

北大東島試錐岩芯及大東石灰岩の化學分析並に顯微化學的吟味

著者	太田 恭
雑誌名	東北帝國大學理學部地質學古生物學教室研究邦文報告
巻	30
ページ	1 - "39-12"
発行年	1938-10-25
URL	http://hdl.handle.net/10097/31971

北大東島試錐岩芯及大東石灰岩の 化學分析並に顯微化學的吟味

太 田 恭

緒 言

一九三四年及び三六年の兩回、矢部教授御指導の下に北大東島に試錐が行はれ、同時に青木教授並びに杉山學士に依り同島表面の岩石即ち、青木教授の大東石灰岩が系統的に採集せられ、其の専門的研究の綜合結果は、一面、白雲化作用に關する新説を生ずるに至る可く、他面、『北大東島は果して隆起環礁なりや』なる問題に對し、明快なる決定を與ふるも遠きに非ざる可し。

筆者は一九三五年當教室入學と同時に、試錐岩芯並びに大東石灰岩の化學分析を命ぜられ、爾後二ケ年に亘る實驗の後之が概略を了へ、同時に試錐岩芯中特異の外觀を呈し海水面下 104~195 米間を占むる苦土質石灰岩の顯微化學的吟味を行ひ、之等の結果を記述するの機に達せり。

調査に依り判明せる事實に關しては多少の説明、假定を加へたるも、敢て之等が正鵠を失せざるとの自負を有するものに非ず、記載せる調査の結果が、前記問題解決に對し多少貢獻する所あるを希ふのみ。

終りに御指導を賜りし矢部教授、青木教授、吉井講師に謹みて謝意を表すると共に、御鞭撻を賜りし杉山學士に深甚の謝意を表す。

昭和十二年十二月

[I] 化學分析に就て

1. 分析の目的

白雲岩は炭酸カルシウム及び炭酸マグネシウムの複鹽であり、其の組成は $\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$ なる分子式に依つて與へられる。之が如何様な經過を辿つて形成されたかを論ずる所謂白雲化作用の問題が最も興味深い地質學的意義を有するものの一なることには疑ひを容れない。一方、殆んど大部分の白雲岩は石灰岩と密接して現はれ、後者の變化生成物なりと指摘されて居る時、兩者の關係を論ずる爲には、先づ相互の識別を明かにすることが肝要である。然るに肉眼を以ては兩者の識別は不能であり、且、有機物遺殼に依り大部分を占められる珊瑚礁の苦土質石灰岩に於ては、顯微鏡下ですら區別を行ひ得ざる状態に在る。斯くの如き條件の下に於て、白雲岩の所在を判明し、且、石灰岩との相互量を決定するには化學分析以外に道はない。即ち、化學分析に依り得られた事實が、直ちに白雲化作用研究の第一階程となり得ると信ずる所以である。

2. 分析の方法

北大東島の石灰岩及び白雲岩の主成分は炭酸カルシウム並に炭酸マグネシウムであり、燐、鐵、アルミニウム、硅素等は存在するも微量に過ぎない。炭酸カルシウム及び炭酸マグネシウムは、單に北大東島を構成する岩石の主成分たるに止らず、其相互量は垂直、及び水平分布に於て極めて著しい變化を示すことが、試錐岩芯及び表面岩石の化學分析に依り判明したのである。兩者の相互量に於ける此の變化は、即ち、白雲石及び方解石の含有量の變化を示し、従つて、白雲化作用の程度を表示するのである。之に反し、燐、鐵、アルミニウム、硅素等は先に行はれた少數の分析結果から、白雲化作用とは無關係に、其の含有量に著しい變化を示さぬことが認められて居る。以上のことから、筆者はマグネシウム及びカルシウムのみの分析を行ひ、他は合して不純物となし、個々の分析を行ふことは省略したのである。分析は石橋雅義著：重量分析實驗指針を參考とし、東北帝大化學教室、後藤講師の御教示を仰いで

行つた。次に其の方法を概述しよう。分析に供する試料は石灰岩或は白雲岩を、ダイヤモンドモーターにて粉末とし、更に瑪瑙の乳鉢を用ひて細粉となした。先づ試料約 0.5 gr を秤量し、攝氏 105 度にて一定重量迄乾燥し、之に稀鹽酸約 20 ml. を注下溶解せしめる。次いで、湯煎鍋上にて加熱し、炭酸瓦斯の發生を完了せしめて、之に鹽化アムモニウム 15~20 ml. 次にアムモニヤを加へ、加熱すれば、磷、鐵、アルミニウム、硅素等は $\text{Fe}(\text{OH})_3$, FePO_4 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, H_2SiO_3 等として沈澱する。沈澱を濾過して得たる濾液は鹽酸酸性とし湯煎鍋上にて加熱、要すれば 250 ml 迄蒸發せしめ、アムモニヤを加へて鹽基性となし、此の熱溶液に攪拌しつつ、5% 磷酸アムモニウム溶液を 30~40 ml. 加へ、 $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ の純白結晶性沈澱を生ぜしめる。之を湯煎鍋上に約一時間放置する時結晶粒は大となり沈着する。濾紙を用ひ傾斜法に依り濾過し、沈澱は熱湯にて Cl^- 反應を呈せざる迄洗ひ、乾燥の後 850° 以上に灼熱する時は CaO が得られる。秤量の結果得たる重量の 71.46% がカルシウムである。次に濾液は鹽酸酸性となし 200~300 ml. 迄蒸發する。之に過剰の磷酸曹達を加へ攪拌しつつ、アムモニヤ水を注下し、結晶性白色沈澱 $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ を生ぜしめし後、強アムモニヤ水を加へ液を強鹽基性となし數時間放置し、濾過する。沈澱は 2.5% アムモニヤ水にて充分洗ひ、乾燥灼熱して $\text{Mg}_2\text{P}_2\text{O}_7$ を得、之を秤量して得た重量を 0.757 倍すればマグネシウムの量が求められる。炭酸カルシウム、炭酸マグネシウムの量は上記の如くして求められたカルシウム及びマグネシウムが、悉く炭酸鹽を形成するとして算出したのである。

[II] 表面岩石の化學分析

1. 分析値の圖示法

北大東島表面の各地點より採集された岩石は、化學分析の結果、各々の含有する炭酸マグネシウム及び炭酸カルシウムの量に著しい變化を示し、白雲化作用の異なる經過を示す石灰岩、苦土質石灰岩及び白雲岩の比較的規則正し

い配置が認められたのである。之等の分布が、現在の地形と如何なる關係に在るかを吟味するに便利な如く、調査(分析)岩石が含有する炭酸マグネシウムの含有度をその量(百分率)に應じて五種類に分ち、次の如き記號を用ひて地形圖上に記入し、炭酸マグネシウム變化の傾向を明瞭ならしめんと試みたのが第二圖版である。

炭酸マグネシウムの含有率	記 號
0~10 %	○
10~20 %	⊖
20~30 %	⊗
30~35 %	●
35 % 以上	●

更に、炭酸マグネシウムは海水面上の高さに依り變化する如き現象が認められ、之等の間の關係を明かならしめる爲に第三圖版を作製した。即ち、一直線に依り地形圖を切斷して地形斷面圖を作り、該直線より近距離に在る地點の分析値を斷面圖上に記入したのが夫である。

2. 化學分析の結果

上記の方法に依り作成せる第二圖版を一見せる時、二つの著しい事實を發見する。其の一つは大體、西北東南の線に依り北大東島を二分する時、西側の海岸のみに炭酸マグネシウムの少い岩石が規則正しい配列をなして居ることである。換言すれば同地域の海岸のみが、殆んど白雲化作用に遭遇しない石灰岩に依り形成されて居り、之に反し東側の海岸は天狗岩附近の二ヶ所の例外を除いては、白雲化作用の程度が高く殆んど全部が 35 % 以上の炭酸マグネシウムを含有して居る。此の西海岸に於ける殆んど純粹な石灰岩の外方即ち、更に海に近く接する所に比較的高率の炭酸マグネシウムを有する苦土質石灰岩の出現が觀察されるのである。

即ち、No. 6, 14, 31, 122 (杉山學士採集岩石)等が其の例である。所に依つては石灰岩が直接海に接する場所も存在するが、更に外方の地點より岩石を採集した場合、其れが炭酸マグネシウムを多量に含有すると假定すれば、西海岸の石灰岩は島内部の白雲岩と海に接して現はれる苦土質石灰岩との間に挟まれ、狭い帯の如き分布を呈すると推論されるであらう。之等石灰岩は海面上約 1~15 米の高さを占め、之より外方に存する苦土質石灰岩の高さは海面上約 1 米である。

次に、炭酸マグネシウムの變化と地形との關係を第三圖版に依り調べる時、西海岸に於ける石灰岩の分布は同圖 C—C', D—D' 及び F—F' に於て明瞭であり、海岸に接する所に現はれる苦土質石灰岩は同圖 C—C', D—D' に於て認められるであらう。以上の如く石灰岩が西海岸にのみ分布することゝ符合する現象が地形の上に於ても觀察されるのである。即ち、北大東島が現在中央の低地を圍み大體二重の環を形成する二高地帶を有することは、地形圖より直ちに認知される所であるが、其の中、外環は西海岸に比較的連續せる發達をなすに反し、東海岸に於ては屢々中斷され外環を思はしむる高所が點在するに過ぎないことである。

分析上より目につく第二の事實は、北大東島最高の高さを占むる内環に於て比較的炭酸マグネシウムの含有率が低下し、殊に黃金山以東の部分に於て其の低下が極めて著しいことである。之は平面圖(第三圖版)に於ても確められるが、斷面圖(第四圖版)に於て一層明瞭に認められる。即ち、斷面 A—A', B—B', C—C', E—E', F—F' 等總ての場合に於て内環の高所に於ける炭酸マグネシウムの含有量に減小を來し、斷面 A—A', B—B' に於て其の低下は殊に顯著である。他面内環が成層せる砂岩狀の外觀を呈し、他の地點に於ける岩石と趣を異にする事實は、上述の化學分析の結果と對照し偶然の一致となし去る事は出來ないであらう。内環を構成する岩石が持つ一つの特徴は、其の中に Halimeda 遺骸を多數含有することで、此の點のみに依つても容易に他の部分の岩石から

區別されるのである。Halimeda は比較的炭酸マグネシウムに富む部分に於ては溶解され孔隙として其の形を残存するに過ぎないが、純粹に近い石灰岩に於ては、此の孔隙は暗褐色透明な物質に依り充填されて居る。溶解作用に依り生じたと思はれる孔隙中にも同様暗褐色透明な鑛物の結晶が認められ、之等は何れも稀鹽酸に容易に溶解し、Lemberg の試薬（顯微化學的吟味の項参照）に依り堇色に着色し、二次的に方解石が化學沈澱に依り形成されたことを暗示するのである。

以上の如き石灰岩、苦土質石灰岩及び白雲岩の分布が如何なる経過に依り形成されたかを論ずることは、極めて困難であり、白雲岩の初成沈澱説或は次成變質説（結論参照）の何れに依るも、其の解決に困惑せざるを得ないのである。而も之等の條件を説明するに足る事實が未だ發見されない以上、化學分析の結果のみに頼り、白雲化作用の考へに基礎を置いた次の如き假定を試みることも許されるであらう。即ち、i. 黃金山附近の石灰岩は海水中にて形成され、間もなく（白雲化作用を経験せぬ中）海面上に突出せる爲、元來の化學成分に著しい變化を來すことがなかつたに反し、之より幾分低い位置を占める他の部分は海水に浸り、白雲岩に變じたと考へるのである。ii. 西海岸の石灰岩は、黃金山附近の石灰岩が海面上に顔を出し、海水中に在る他の部分が悉く白雲岩に變化せる後、新に堆積され、其の後の上昇に依つて現在の位置を占むるに至つたと假定するのである。

之が西海岸のみに分布することに對しては、當時西海岸のみが堆積に好都合な状態にあつたと考へるか、或は東海岸の石灰岩が其の後に行はれた浸蝕に依り消失したと考へるのである。

[III] 試錐岩芯の調査

1. 岩芯の孔隙率 (porosity) に就いて

試錐に依り得られた岩芯を手につけて觀察する時、大體 104 米を界として上

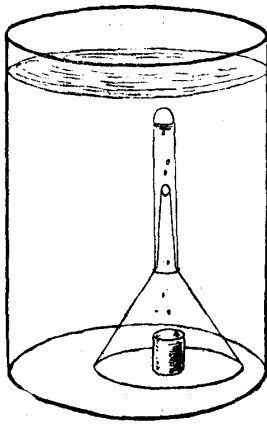
方の岩石は比較的緻密で重く感ぜられるに反し、104~195 米間に位する岩石は著しい多孔性を示し、脆く軽い感じを與へる。更に下方 195 米以下に於ては比較的重い石灰岩が現はれるが、之等見掛けの比重の變化は何れも孔隙率の變化に基くのである。一方白雲岩形成の一經過として、カルシュームの浸出に依りマグネシューム量が増加するとの考へが説かれ、方解石の溶解作用に依り生じたと考へられる孔隙率は、此の點に於て、白雲化作用と重要な關係あるを思はしめる。其の測定結果は、岩芯の化學成分を表せるグラフに記入し、兩者の關係を明瞭ならしめんと試みたのである（第一圖版）。測定方法は設備不充分の爲、幼稚な方法に従つた。先づ測らんとする岩芯の空氣中に於ける重さを W_{gr} 、水中での重さを w_{gr} とすると、岩芯の比重 S は次の式に依つて與へられる。

$$S = \frac{W}{W - w}$$

而し、茲に求むる比重とは岩芯を構成する物質の比重ではなく、構成物質及び中に含まれる空氣より成る岩芯全體の比重である故に、水中にての重さ w を測定する際には、岩芯中に含まれる空氣の水中に逸出せる量をも測定し、之を水中にての重さより減じなければならない。即ち、岩芯の見掛け上の比重 S は、水中での重さを w_{gr} とし、水中に逸出せる空氣の量を $w'c.c.$ とすれば、次の式に依つて與へられる。

$$S = \frac{W}{W - (w - w')}$$

W , w , w' の中、測定に困難を感じ精確を期し難いのは w' である。測定の順序は、第一に空中での重さ W_{gr} を測り、次に漏斗の口を試管にて封鎖して逆さまに水中に入れ空氣を取り去つた装置にて岩芯を挿入する。空氣の逸出するのを試験管中に集め其の量 $w'c.c.$ を決定する（第 1 圖）。後、同岩芯の水中にての重さ w を測定すれば、上記の式より岩芯の見掛け上の比重 S を得る。次に、同岩芯の礦物分の比重、即ち、岩芯を構成する白雲石及び方解石の比重の平均



第 1 圖

S' を求める。例へば、岩芯中に於ける白雲石と方解石の重量の比 (分析結果より計算) を $m:n$ とし、白雲石及び方解石の比重を夫々、2.9 及び 2.7 とすれば、同岩芯の鑛物分の比重 S' は、

$$S' = \frac{m \times 2.9}{m+n} + \frac{n \times 2.7}{m+n}$$

で與へられる。然るとき、孔隙率 P は次の式に依つて表はすことが出来る。

$$P = \frac{S' - S}{S'} \times 100 = \left(1 - \frac{S}{S'}\right) \times 100 = \left\{1 - \frac{\frac{W}{2.9m + 2.7n}}{\frac{W - (w - w')}{m+n}}\right\} \times 100$$

$$= \left\{1 - \frac{(m+n) \cdot W}{(W - w + w') \cdot (2.9m + 2.7n)}\right\} \times 100$$

上記の式を一見すると非常に煩雜な感じがするが、茲に言ふ孔隙率とは單に岩芯體積の何パーセントが空氣に依り占められて居るかを表はす數字に過ぎないのである。

2. 岩芯の深さの決定法

孔隙率及び化學成分が深さに依り變化することを表はす爲には、岩芯の精確な海水面よりの深度を決定することが必要である。試錐の深さが浅い時には、一日に幾度も岩芯の引揚げを行ふことが出来、従つて岩芯の精確な深さが決定されるわけであるが、深度を増すにつれ、岩芯の引き揚げ作業は一日に一度位となり、一日中に掘進し得た進尺の間に含まれる岩芯は、其の上下兩端のものを除いては精確な深さを決定することは困難である。之等岩芯の未知の深さを推定する爲に筆者は次の如き方法に従つた。今 A, B, C, D, E, F なる六個の岩芯があり、其の長さが夫々 a, b, c, d, e, f、A 及び B の深さが夫々、m 及び n なるとき、B, C, D, E の深さ Bd, Cd, Dd, Ed を次の式に依つて計算したのである (但し、 $x=a+b+c+d+e+f$)。

$$Bd = m + (n - m) \times \frac{a + b}{x}$$

$$Cd = m + (n - m) \times \frac{a + b + c}{x}$$

$$Dd = m + (n - m) \times \frac{a + b + c + d}{x}$$

$$Ed = m + (n - m) \times \frac{a + b + c + d + e}{x}$$

3. 分析の結果及び孔隙率に就いて

北大東島に行はれた試錐が 429 米に達し、尙、石灰岩を貫かないことは既に報告され、採集された岩芯に就いては種々の方面よりの研究が行はれて居る。石灰岩に於ける炭酸マグネシウムの含有量が深さと共に變化することは、フナフチ環礁の試錐 (1904) に於て最も明瞭に示され、白雲化作用の種々の假説を生ずるに至つたのであるが、北大東島の試錐岩芯に於ても物理的性質が深度と共に著く變化し、其の化學成分に變化あるを暗示して居る。實際之が分布の結果には興味深い炭酸マグネシウムの變化が觀察され、深さを縦軸に取つて表はした炭酸マグネシウムのグラフ (第一圖版) は、全くフナフチ環礁の結果と相對立する傾向を示したのである。(調査は、岩石の緻密度、地下の孔隙の有無等に依り岩芯の採集率に差異を來した爲、比較的連續して岩芯の採集された緻密な部分に偏つた傾きがある)。

今、第一圖版に依り化學成分變化の状態、及び之が孔隙率との關係に付き調べて見よう。先づ第一に目に付く點は約 104 米を界とし、此の上下に於て炭酸マグネシウムの量に著い差異を來せることである。即ち上方に於ては其の含有量は 40% を前後し、純粹な白雲岩の組成 (炭酸マグネシウムの量……45.65%) に接近するに反し、下方に於ては 1.14~39.59% 間を往來し、石灰岩より白雲岩に移る途中の状態が多數認められ、之等は深さと無關係に不規則な分布を呈してゐる。第二に注目される境界は 195 米に認められ、之より下方に於ては炭酸マグネシウムの量は極めて少く、最も多いものも 3% に達しない状態に在る。即ち、北大東島石灰岩 (海水面以下に位するもの) は、其の化

學成分の差異に依り三部分に區別されるのである。

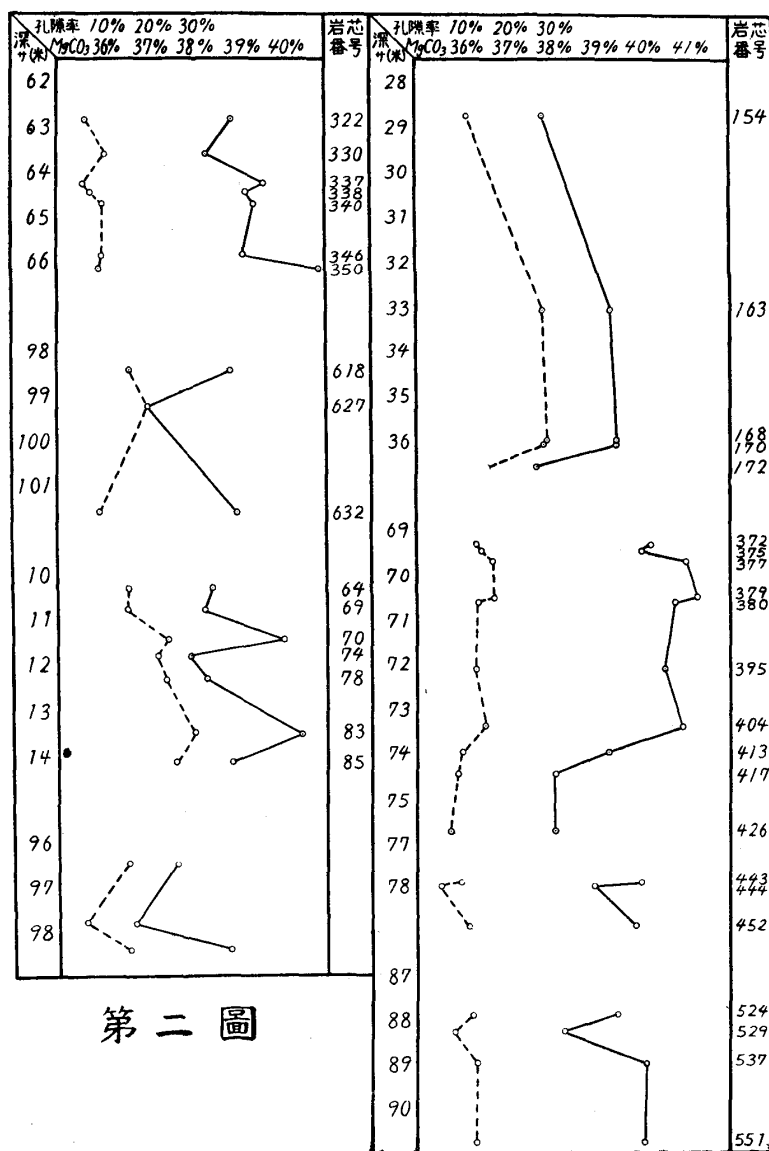
(i). 0~104 米間に位する白雲岩の區域。

(ii). 104~195 米間を占める白雲岩及び石灰岩の混合區域。

(iii). 195~429 米間の石灰岩の區域。

(i). 0~104 米間に位する白雲岩の區域。

此の區間に屬する岩石は 25~36 米間の多孔質な白雲岩を除いては、總て硬く緻密である。色は、上部に於ては褐色或は灰青色を呈するが、下部は一様にクリーム色を帶び上部のものより一層緻密の如く感ぜられる。此の觀察は孔隙率のグラフに依り明かに支持されて居る (第 1 圖版)。即ち、深さ約 50 米を界とし、之より上方に於て孔隙率は比較的大であるに反し、下方に於ては極めて小となるのである。之と同時に、炭酸マグネシウムの量は、上方に於て 40% を超えるものは皆無であり、此の數値に達するものも稀に認めれるに過ぎないが、下方に於ては調査岩芯の半ばが此の限度以上の炭酸マグネシウムを有することが觀察され、不明瞭乍ら物理的性質の變化と平行する化學成分の變動を認めしむるのである。之等の觀察を基礎とすれば 0~104 米間に位する白雲岩は、更に、上部及び下部に區別することが出来る。次に、化學成分と孔隙率のグラフを詳細に比較して見ると、孔隙率が炭酸マグネシウムの量に比例して増加する場合及び、反比例する場合が何れも認められ、(a). 炭酸カルシウムの浸出に依り、炭酸マグネシウムの増加と共に孔隙率が大となる作用。(b). 海水より純粹な白雲石結晶が孔隙中に沈澱され炭酸マグネシウムの増加と同時に孔隙率を減小する作用が行はれたと假定するに好都合であるが、之等の作用の働く以前に於ても既に此の區間に屬する岩芯が殆んど純粹な白雲岩の組成を示したと思はれることは、(a) の作用に見舞はれない炭酸マグネシウムの量が比較的低く孔隙率の小なるものに於ても、其の量が 38% を超えることに依り明である。之等二作用の中浸出作用の優勢なことは第 1 圖版及び第 2 圖に依り了解される。



第二圖

(ii). 104~195 間を
占める白雲岩及び石
灰岩の混合區域。

多孔質脆弱な岩石
(石灰岩) の中に緻密
な部分 (白雲岩) が
不規則な形をなして
包まれ特有の外観を
呈する。實際. No.
82 (深さ約 178 米)
の兩部分を別々に分
析した結果は次の如
く明かな化學成分の
差異を示したのであ
る。

緻密な... 32.95%
部 分

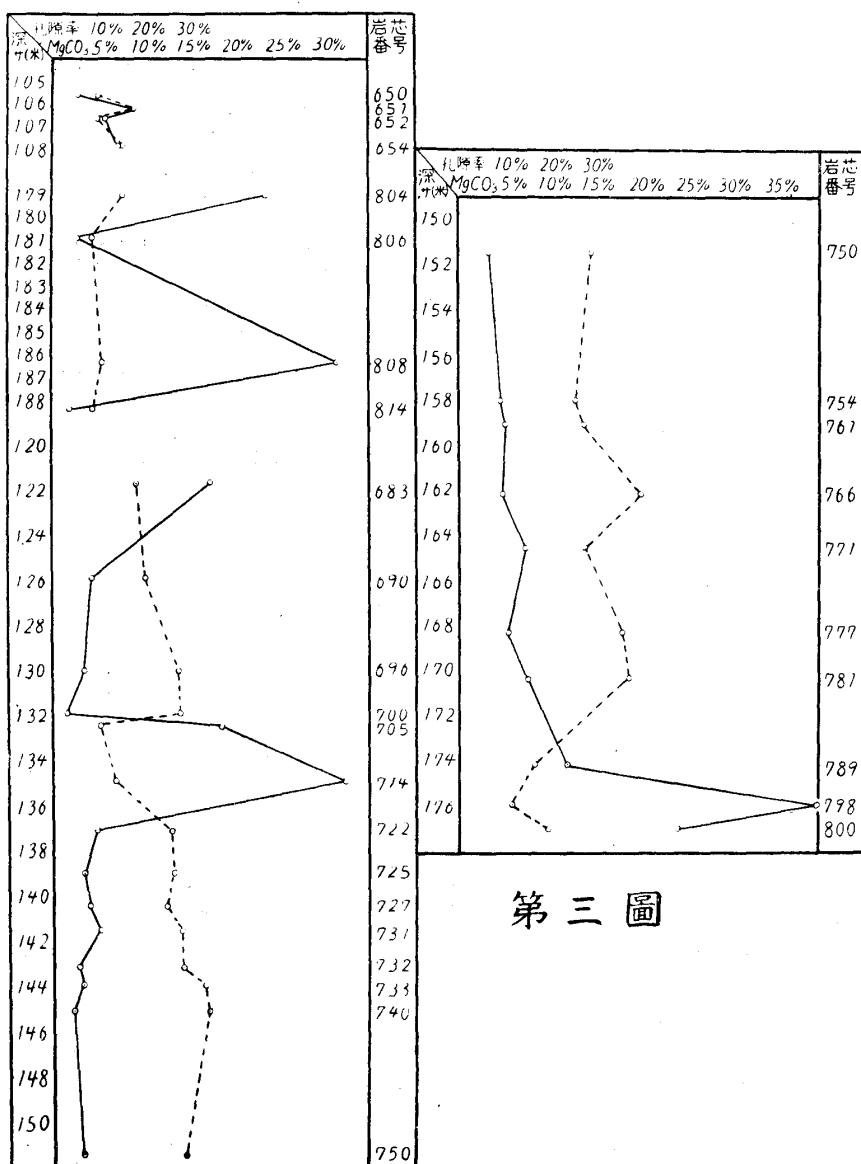
(炭酸マグネ
シウム)

多孔質... 4.17%
な部分

マグネシウムに富む部分は 195 米以上に屬する白雲岩の中、下部に見られ
るものと全く同じクリーム色を呈するが、方解石は純白である。白雲石と方解
石とが斯くの如く不規則に入り混つて居る岩芯を分析するには、試料の取り方
に依つて其の結果に著しい差異の生ずることは當然である。

従つて岩芯中に含まれる白雲石及び方解岩の量を推定し、兩者を大體同じ割
合に取つて試料としても、其の結果は岩芯全體の成分と非常な相違を示すこと

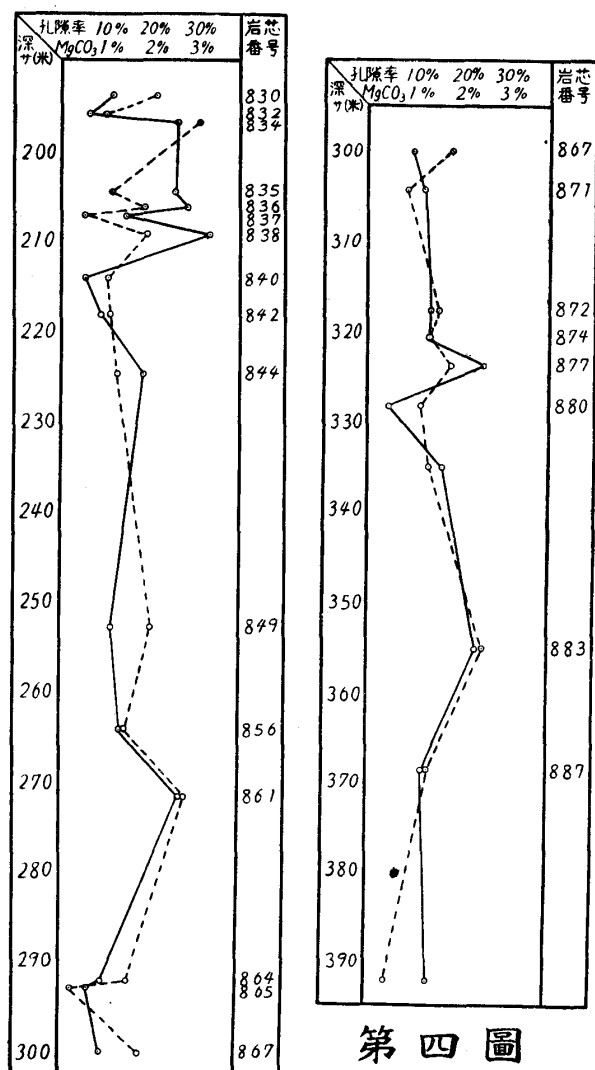
があつても已むを得ないであらう。即ち、104~195 米間に於ける炭酸マグネシウムのグラフは試料の取り方に依り、其の様子を變ずることは想像される所であるが、炭酸マグネシウムの量に非常な變動を示すことに於ては同一の傾向を辿るものと考えられる。斯くの如き性質に於ては、既述の方法に依り求められた孔隙率も其の一因數たる礦物分の比重に差を來す結果不精確とならざるを得ない。従つて、之と精確ならざる炭酸マグネシウム含有率の



第三圖

間に、關係を見出さんとすることは、空中に樓閣を築く如き結果に陥る危険はあるが、試料が岩芯全體の成分と大體に於て歩調を合せ得ると假定して吟味を進めよう。此の區間に於ても孔隙率が炭酸マグネシウムの量に比例する場合と反比例する場合とが觀察されるが(第3圖)、104 米以上の白雲岩の部分

に於ては、前者が比較的多く認められるに反し、此の區間に於ては後の場合が極めて多數觀察され、炭酸カルシウムの溶解作用に依り多孔質となつた石灰岩の部分に、白雲岩が海水より新に沈澱されてマグネシウムの量が増加し、同時に孔隙率の増加を來したと考へられる。若干の例外に付いては、試料が岩芯全體の成分と著い差異を示した爲、相反する結果を生じたと解釋する方法もあるが精確を缺く事實の上に立つて假定を茲まで進めることは控へねばならないであらう。



第四圖

(iii). 195~429 米間の石灰岩の區域、此の區間に於ては圓筒狀岩芯の採集されたものは極めて少なく大部分は硬化せず、砂狀を呈して居るが、岩芯は比較的緻密で白或は若干灰褐色を帶びて居る。炭酸マグネシウムと孔隙率との關係は此の部分に於て最も明瞭に觀察され、二三の例外を除いて炭酸マグネシウムの上昇は必ず孔隙率の増加に依つて伴はれ(第4圖)石灰分の消失に依り孔隙率が増加する一方炭酸マグネシウム含有率に増加を來した事を暗示するのである。

以上は化學分析及び孔隙率のみに基礎を置いた想像に過ぎないが、104~195 米間を占むる岩石が、石灰岩より白雲岩に推

移する途中の状態なりとして、之等の想像を順序付けて見よう。

(a). 石灰岩は堆積後、石灰分の浸出に依り炭酸マグネシウムの量を増加すると共に孔隙率を増加する。(195~429 米の石灰岩に見られる状態)。

(b). 炭酸カルシウムの溶解作用が著くなり岩石は非常に多孔質となるが、次いで此の孔隙中に海水より炭酸マグネシウムが添加され、孔隙率を減少すると同時に、マグネシウムの量を増加する。(104~195 米の部分に於ける状態)——之と同時に後述する交代變質に依る白雲岩の生成も勿論行はれた筈である——

(c). 以上の状態が繼續して一様に白雲岩に近い組成を示した後、浸出作用に依る石灰分の除去が行はれ孔隙率及びマグネシウムの量は同時に増加する(104 米以上に見られる状態)。[之等表面岩石及び試錐岩芯の分析結果は本文の結尾に附せる第一、二、三表に表はして居る]。

[IV] 顯微化學的吟味に就いて

1. 顯微化學的吟味の目的

一枚の薄片を顯微鏡下に檢する時、其れが種々の有機物より成る石灰岩である場合には、有機物及び其の間隙を充す石灰物質の組織は知り得るも、礦物上の差異を指摘することは困難であらう。即ち、鏡下に一つの微生物殻あり、其の一部は霏石より成り一部は方解石より成る場合、或は、石灰質な泥滓の一部は方解石であり他は白雲石に依り形成される時、而兩者が鏡下に認め得る如き結晶形を取らない場合、其の區別は極めて困難と言はねばならない。而も組織の各部に於ける礦物分の差異、特に白雲石と方解石との差を識別することは白雲化作用の經過を調べるに當つて極めて重要な問題であり、従つて之が唯一の解決法たる顯微化學的吟味の意義も茲に存するのである。顯微化學的吟味に依り白雲化作用の經過を調べるには、一薄片中に於て白雲石と方解石が共存する如き状態を最上とするが、此の條件に適する石灰岩は、北大東島試錐に於て

既に発見されて居る。即ち、海水面下約 104~195 米間より採集された岩芯が夫である。化學分析の結果に於て既に述べた如く、同區間に存する岩石は炭酸マグネシウムの含有率に著しい差異を示し、一岩芯中に於ても白雲石と方解石とが肉眼にて認められる界をなして接觸して居るのである。

2. 白雲石と方解石との識別法

白雲石と方解石の識別法は多數發表されて居るが、石灰岩を構成する炭酸マグネシウム及び炭酸カルシウムの量を精密に知るには、化學分析に依るのが第一である。而し此の場合、測定された炭酸マグネシウムの量が悉く炭酸カルシウムと複鹽を作るか否かは疑問であり、方解石及び白雲石の區別としては甚しく、其の價值が減殺されるのである。F. Cornu (1906) は粉末にせる兩礦物を水に入れ、之にフェノールフタレンを二三滴々下した時方解石は著しく着色するが、白雲石に於ける變化は僅小なることを認め、E. Hinden (1903) は鹽化鐵溶液に依り方解石は赤褐色を呈し、硫酸銅に依り青色に染るが白雲石は變化せぬことを述べて居る。然し、顯微化學的吟味に役立つ最も完全な薄片の染色法としては 1888 年に完成された Lemberg の試薬を擧げることが出来る。此の試薬に依つて方解石及び霰石は董色に着色し變化を受けない白雲石から容易に區別され得る。筆者の行つた顯微化學的吟味に於ても、此の試薬に依つて着色せる薄片を鏡下に檢し、方解石が如何なる經過に依り白雲石に變ずるかを吟味せんと試みたのである。1901 年、Meigen に依つて完成された Meigen の試薬も白雲石及び霰石より方解石を識別する好試薬として、Lemberg の試薬と共に推奨されるが、白雲化作用の見地からはいきほひ從屬的とならざるを得ない。

3. 染色薄片の作り方

Lemberg の試薬を作るに要する藥品及び其の割合を示せば、

無水鹽化アルミニウム (Al_2Cl_6) 1.

蘇方木 (*Haematoxylon campechianum*, Blauholz) . . . 1.5

蒸溜水 15.

上記三者を所定の割合に秤量し、無水鹽化アルミニウムをビーカー内の蒸溜水に溶解せしめ、溶解の終るをまつて蘇方木を加へる。之を攪拌しつつ約25分間沸騰せしめ、適時蒸發に依り失はれた水分を補ふ。瀘紙を通じ瀘過すれば赤紫色の液が得られる。之が Lemberg の試薬である。試薬の分量は染色する薄片の數に依るが、10~20 枚の薄片の染色には無水鹽化アルミニウムを4 gr. に取れば適當である。次に、白雲石と方解石の入り混つて居る薄片を、冷却した上記の液に約6分間浸した後ピンセットにて引揚げ、注意して靜かに水洗ひする。薄片中に方解石或は霏石が存在すれば、其の部分は董色に着色し明瞭に認められるのである。染色に要する時間は産地の異なる石灰岩或は硬度を異にする場合等に依り一樣ではなく、一々の場合に付いて知るより外はないが、何れの場合に於ても必要以上に液中に浸す時、着色は一見鮮明に見えるが、顯微鏡下には着色部に多數の裂け目が見られ檢鏡の障礙となるのみならず、水洗ひの際にも色の落ち易い缺點を生ずるのである。水洗ひせる薄片は乾燥するをまつて直ちにカバーガラスを掛ける。此の際バルサムはエーテルにて薄め、之を適當に焼いたもののみを使用し夫以外のものを使用する事は堅く避けねばならない。上述の方法に依り顯微化學的吟味に必要な染色薄片は製作されるが注意として下に二三の事項を附記したい。

- i. 無水鹽化アルミニウムの代りに鹽化アルミニウムを使用することは避けねばならない。
- ii. 蘇方木の代りに之から抽出精製するヘマトキシリンを使用する際には、蘇方木の含有するヘマトキシリンの量に反比例して其の量を減じなければならない。

iii. バルサムに就て.

- (a). 普通の如くバルサムを焼いて掛ける時着色部は直ちに消失する.
- (b). 焼かないバルサムを其の儘掛けるときは. 着色部の消失は幾分減するが. 尙. 大部分は消失し. 且つ着色は不鮮明となる.
- (c). エーテルにて薄めたバルサムを焼かないで掛ける時は. 染色は鮮明なるも同様着色部の消失を來す.

4. 試錐岩芯 (104~195 米間) の顯微化學的吟味

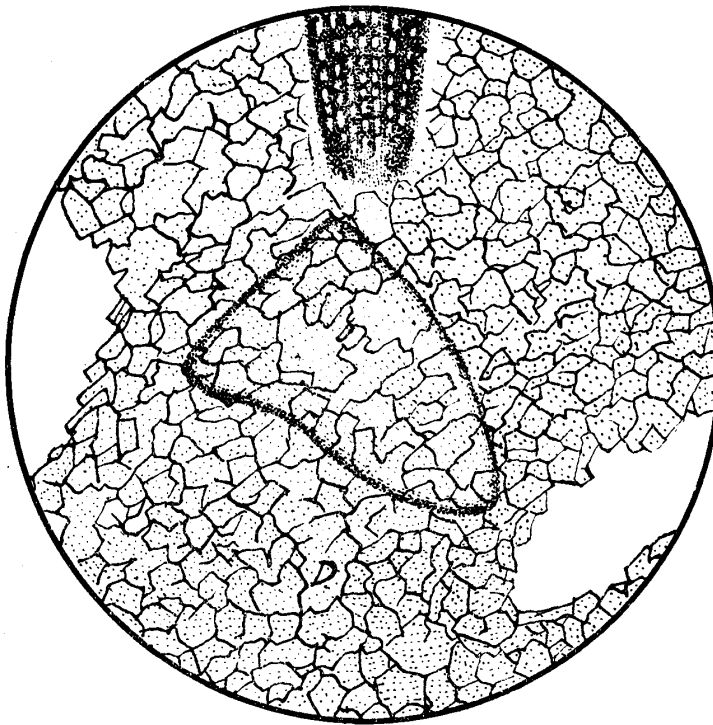
Lemberg の試薬にて處理せる北大東島試錐岩芯 (104~195 米間)の薄片は期待せる如く. 着色せる部分 (方解石及び霰石) と着色せざる部分 (白雲石) とが鏡下に 明瞭に區別せられ. 白雲化作用の種々の過程を示して居る. 然し之等の白雲石と方解石とを種々の割合に含む岩芯は深さに比例して其の化學成分を變化するものではなく. 白雲化作用の進めるものと然らざるものとが深さとは無關係に現はれ. 且つ同一岩芯に於ても部分に依り炭酸マグネシウムの含有量に差異を來すのである. 従つて深度の異なる岩芯より作つた薄片は夫々異つた白雲化作用の過程を示すものであるが. 其の中の如何なる状態を白雲化作用の進めるものとするか. 又. 其等種々の過程を. どの様に順序付けるかは. 全く化學分析と切離し. 鏡下に於てのみ決定しなければならない. 一面. 化學分析の結果より炭酸マグネシウム含有率の大なることが知られてゐる岩芯の薄片に現はれた状態を白雲化作用の進んだ状態となし. 炭酸マグネシウムの少ない岩芯の薄片に於て認められたものに. 其の反對のことを假定することも考へられる所であるが. 既述の如く岩芯の分析値は必ずしも其の岩芯成分の精確なる値ではなく. 同岩芯の一部即ち試料とせる部分のみの性質を表はすに過ぎないのである. 従つて. 假令. 分析の際には炭酸マグネシウムの多い岩芯と雖も. 薄片を作る部分は分析試料とは異なる部分であるから. 兩部分の化學成分に非常な差異を來す場合も考慮しなければならないのである. 故に分析の結果より薄片に於ける白雲化作用の程度を決定することは避け

ねばならない。

検鏡中第一に感ぜられる點は Lithothamnium 及び有孔蟲が非常に良く原形を留め、白雲化作用に對する抵抗力の強さを示して居る事であり、方解石より成る生物體が霰石に依り形成されたものより、白雲化作用に對し抵抗力が強いと言ふ事實と良く一致することである。以上二者の中 Lithothamnium は、白雲化作用に抗して相當長期間組織を保存し、最後に白雲石に變化する迄、途中幾多の異なる過程を明瞭に示し興味深い事實を提供して居る。

Lithothamnium の受ける變化は Perithallium の組織を破り、白雲石の菱形結晶が現はれることに依り始められる。此の場合 Hypothallium は變化を受けず、唯中央部が着色不充分で白雲石に變化しつゝあるかの如く思はれる

第 6 圖



No. 754, 深さ: 158, 米, $\times 310$

全部白雲石より成る。上方の Lithothamnium は白雲石に變ずるが、大體の組織を留め、中央部は若干透明の度を増し結晶作用の近いことを示して居る。中央のものは上部の状態の一段進んだもので其の中央部は結晶作用に依り透明度を増し、周縁のみが不透明の儘残つて居る。

に過ぎない(第5圖)。之より更に進めば Perithallium の組織は全然失はれ粒狀半透明の白雲石と化し、同時に Hypothallium も完全に白雲石に變化する。後者は尙大體の組織を保存するが中央部は幾分透明となり、結晶作用の近い事をして居る様である。次の経過に於ては Hypothallium の中央部粒狀の白雲石結晶と化して、周縁のみが不透明な黒線として残り外形を辛うじて留めるのである。(第6圖)。從つて最後の經

過として此の外形すらも消失し化石の無い一様な白雲石の結晶と化する時期を考へることも可能であらう。而し、以上の場合には單に一つの經過であり、必ずしも Lithothamnium は同様の過程を経て變化するものとは斷言は來ない。有孔虫は一方に於て Lithothamnium が白雲石に變化して居る場合に於ても、微細な組織に至る迄破壊されずに残つて居るが、筆者の取り扱つた 30 個の薄片に於ては、其れが白雲石に變化しつつある状態は一つも觀察されず、纖細な組織を持つた儘、104 米を界とし上方に向つて急に姿を消すが如く感ぜられたのである。

溶解作用に依り生物體が溶解して生じた孔隙に方解石の結晶が沈澱充填される現象は、北大東島石灰岩に於ても觀察された所である。先づ最初に孔隙内部に向つて方解石の針狀小結晶 (Dana's Text-book of Mineralogy, P. 438. Fig. 746 に類似す) が突出し、孔隙の壁に略々垂直に配列する (第 7, 8, 10 圖)。

此の小結晶を足場とし、方解石の比較的大きい粒狀の結晶が孔隙の内方に向つて生成され、遂に孔隙を充填するに至るのである (第 7 圖)。此の粒狀の結晶に依る孔隙の充填後には最初沈澱された突出せる方解石の針狀小結晶は失はれて了ひ、強度の擴大に依つて其の痕跡が認められるに過ぎない。同時に海水中より石灰質泥滓も孔隙中に堆積され、不透明な其の一部は既に粒狀の結晶に變じて居るのが所々に觀察される。従つて孔隙中に粒狀の方解石と不透明な石灰質泥滓とが相接して存在する場合には、粒狀の方解石の起源を何れに求めるか、即ち、之を直接海水より沈澱せるものとするか、或は、石灰質泥滓の結晶作用に依り生じたものとするかには、一應疑問が生ずる筈である。若し石灰質泥滓の結晶作用に依り生じた粒狀の方解石は幾分不透明であると云ふ假定が許されるならば、上の問題は容易に解決されるであらうが、此の假定に反する如き現象は屢々鏡下に認め得る所である。第 7 圖下方の孔隙中には明かに石灰泥が一部分充填され、生物體の壁及び石灰泥の周邊より方解石の針狀小結晶が孔隙内部に向つて突出して居る。之に接する上方の孔隙に在る

石灰泥の状態は下部のものと非常に似て居るが、残りの孔隙は粒状な方解石の結晶に依り充された状態に在る。此の場合、上部の粒状の方解石を下部の如き状態に新に海水より沈澱されたと考へるのが妥當ではあるが、上方孔隙内の石灰泥と粒状の結晶との間に、下部の孔隙に見る如き針状小結晶の見られぬことより、上部の結晶は一旦、全部石灰泥に依り充され、之が後の結晶作用に依り一部粒状の結晶を生じたと考へることも可能であらう。上述の二つの起源と異なる他の粒状方解石は、生物殻組織の結晶作用に依り生ずるが、之は結晶作用後暫くは多少不透明で直接海水より結晶沈澱せるもの及び石灰泥の結晶して生ぜる粒状の方解石からは容易に區別されるのである。然し之等夫々起源を異にする粒状の方解石も、白雲石に變ずる直前の状態に於ては、其の透明度を種々に變じ、之を三者識別の標準となすことは不可能となる。

Lithothamnium 及び有孔虫其の他の生物を除いては、104~195 米間には繊細な組織を留めて居る生物體は發見出來なかつた。即ち、白雲化作用に對しては比較的幼稚な時代に在る該區間に於ても、溶解作用に依る生物體の消失及び再結晶に依る組織の破壊が原因となつて斯くの如き結果を來したのである。

従つて新鮮な堆積當初よりの變化を示して居るフナフチ環礁に見る如き生物殻組織の變化は當然觀察されない所であり、例を珊瑚に取れば堆積當初見られると云ふ中央の黒線は已に消失し、之より放射する組織も最早や觀察されない。唯、斯くの如く組織が破壊され生物殻が泥滓状となつて半透明の状態を呈し、或は粒状の方解石結晶となつて居る場合にも、周邊は不透明な黒線にて表され生物殻の外形を認めしめて居る。而し此の黒線すらも消失して居るものが甚だ多く、北大東島に於ける方解石は堆積當初よりすれば相當の變化を経験したものと言はれるのである。北大東島石灰岩（104~195 米間）に於ける最も幼稚な時代（珊瑚に就いて）は、組織が結晶作用に遭遇し、粒状半透明な方解石結晶の連りに依つて網目状を呈する状態が夫である。之より進める状態

は第8圖に於て觀察される。即ち同圖左方は粒狀の結晶に依り組織は完全に破壊され、同様右方に於ても珊瑚は不透明な泥滓狀を呈し、其の組織は認められない。此の兩者の間には推移の狀態が觀察され、恰も右方の狀態が結晶作用に依り左方の狀態に變じたと解釋するのが妥當の如く考へられる。然し、此處に注目すべきことは北大東島(104~195 米間)に於ける白雲化作用の一つの型(生物組織にのみ認められる)として、右方の如き泥滓狀の部分に除々に着色せざる多數の斑點を生じ、之が次第に生長し遂に全部が着色せぬ白雲石に化する場合が非常に多く(第9圖)、左方の如き方解石の結晶が直接白雲石の結晶に移化する途中の現象は、生物殻組織の變化に於て觀察されなかつたのである。此の白雲化作用の經過を基礎とすれば、却つて左方に見られる結晶が一時小さく破壊され泥滓狀を呈し、従つて右方に見る如き不透明な狀態となり、此の狀態に於て白雲石に變ずるに非ずやとの疑問も多分に持たれるのである。更に、生物組織の變化して生せる石灰質泥滓が白雲石に變ずる經過を注目すると、白雲石に變化せる部分は極めて不透明であるに反し、方解石の部分は同様泥滓狀ではあるが幾分透明の如く感じられたのである(第9圖)。

此の觀察を正しいとするならば、方解石の粒狀結晶が破壊されて泥滓狀となり、之に海水中のマグネシウム化合物が作用して、結晶せざる白雲石を生じ、不透明の度を増したのではないかと考へられるであらう。而し上記の觀察には主觀が這入り、空想に陥る恐れがあるから此處には其の決定は保留し度い。以上の如く、生物殻組織が破壊され粒狀結晶及び泥滓狀を呈する時、孔隙中には粒狀の方解石結晶の沈澱は中止され、突出せる方解石の針狀小結晶も生物殻の周縁に、まばらに發見されるに過ぎない。其の一部は溶解作用に見舞はれ消失したと考へられる。斯くの如き狀態に至つて初めて孔隙中には白雲石の透明な菱形結晶が出現するのである(第8, 9, 10圖)。此の結晶は孔隙内部に向つて成長すると同時に、生物組織内部に向つて侵入し生物の周圍を縁取る方解石の小結晶は其の内に取り込まれ、白雲石の大結晶の上に、董色に着色せる

方解石の小結晶片を横へ。一部は已に着色せず其の儘白雲石に變化したるに非ずやと考へられる(第 11 圖) 此の孔隙中の白雲石結晶の沈澱後、生物組織の一部は前述の如き半透明な泥滓狀を保つた儘白雲石に變じ、又、方解石のみより成る生物組織の内部に孤立せる白雲石の菱形斜方六面體の結晶が現はれ初めるのである(第 12, 13 圖)。

後者は生物組織を形成せる方解石が白雲石に變ずる第二の經過であり、此の變化は Lithothamnium に於て最も良く觀察されたのである。即ち、此の状態に至つて始めて Lithothamnium は白雲化作用に依り、其の組織を奪はれるのである。

溶解作用に依り生じた孔隙を充すものに、海水より沈澱する石灰泥及び微生物がある。石灰岩の堆積と同時に沈澱した石灰質泥滓は結晶作用に依り、透明粒狀の組織を形成するが一部は不透明で泥滓狀を呈する。従つて孔隙を包む生物組織が方解石の場合には、此の孔隙内部に初成的に沈澱せる石灰泥と石灰岩の堆積後暫くして二次的に堆積されたものとを識別する事は困難である。(生物組織が白雲石に變化して居る時は、之と同時に沈澱せる初成の石灰泥は後述の如くして當然白雲石に變じて居る筈である)。Cullis (1904) は二次的に孔隙内に沈澱せる石灰泥は、該孔隙を取り卷く生物組織との間に、方解石或は霰石の結晶を挾在し、生物殻組織に直接接することがないから、初成的に沈澱された石灰泥からは容易に區別されると述べて居る。然し、此の方解石或は霰石の結晶は北大東島に於ては觀察されず、明かに二次的の成因と思はれる石灰泥も直接生物組織に接する如く觀察されたのである。従つて兩者の區別を此の現象のみに依頼することは出来ないが、二次生成に係る石灰泥の大部分は、白雲石に變せる生物殻組織或は泥滓にて取り卷かれた孔隙中に、沈澱して居る故に實際には上記の如き問題は重要ではない。孔隙を作る溶解現象が白雲化作用の種々の過程に於ける石灰岩に作用したことは觀察された所である。即ち、纖細な生物殻組織を留むるものに於ても、其體の溶解に依り生せる孔隙は發見せられ、又、石灰泥

或は方解石結晶に作用して之を溶解せる如き現象も多數發見されて居る。又、同一薄片に於て一方では粒狀の方解石結晶が孔隙内部に向つて形成の途上に在る時、他方別の孔隙中に於ては、方解石の粒狀結晶が溶解されて居り、孔隙を充す方解石の生成作用と之が溶解作用とは、恐らく幾度か交互に繰り返されたのではないかと考へられるのである。

孔隙に沈澱された石灰質泥滓は生物殻組織に先立つて結晶作用に依り粒狀の結晶となり、海水より直接沈澱された粒狀の方解石と共に、其の結晶形を保つた儘白雲石に變化するのである。而も此の變化は孔隙中に白雲石の菱形結晶が現はれるのと相前後して始められ、生物殻の白雲石に變ずるよりは以前である。フナフチ環礁に於ける炭酸マグネシウムに富む岩芯の特徴とされる纖維狀皮殻構造を有する方解石或は白雲石と正確に一致するものが北大東島試錐岩芯中に存在するか否かは疑問であるが、第 10 圖に見られる方解石、第 11 圖に於ける白雲石には纖維狀皮殻構造なる語を冠することも不可能でない、而し之等は極めて少なく、況んや方解石と白雲石とが交互に帶狀をなして現はれる纖維狀の組織は全然之を調査岩芯中に發見することは出来なかつたのである。然るに北大東島表面の石灰岩にはフナフチ環礁の夫と完全に一致する白雲石の纖維狀の沈澱が認められ、精密な調査の結果には更に、方解石及び白雲石の交互する纖維狀組織の發見も期待される所である。従つてフナフチ環礁試錐の深部を形成する白雲岩と、檢鏡の上に類似の感を抱かしめる岩石が北大東島の表面を形成して居ると言はれるのである。北大東島表面の白雲岩は試錐に依る白雲岩とは趣を異にし、肉眼に依つても其の差異は認められるが、Lemberg の試薬を用ひて夫々の薄片を處理する時、試錐の白雲岩に於ては着色する部分が殆んど發見されないのに反し、表面のものは屢々董色に着色せる方解石の結晶を含むのである。

以上述べ來つた如く北大東島白雲石の形成には、大別して四種の經過が認められる。即ち

- i. 海水中より白雲石の菱形斜方六面體結晶が直接孔隙中に沈澱される場合。
- ii. 海水より沈澱せる方解石の粒狀結晶及び石灰質泥滓の結晶作用に依り生ずる粒狀結晶が、其の結晶形を保持した儘白雲石に變化する場合。
- iii. 生物殻組織を破つて孤立せる白雲石の菱形結晶を生ずる場合。
- iv. 生物殻が組織を失ひ泥滓狀となり、不透明の度を増しつゝ白雲石に移變し、後の結作品用に依り白雲石の粒狀結晶を生ずる場合。

が夫である。

純粹な白雲岩に於ける炭酸マグネシウムの含有率は 45.65% であるが、40% 以下 37~38% 程度を含有して居るに過ぎない岩芯薄片を Lemberg の試薬で處理した場合、矢張り着色は認められなかつた。従つて岩芯を構成する游離の炭酸カルシウム（炭酸マグネシウムと複鹽を作らざるもの）が、如何なる状態で存在するかは興味深い問題となるのである。之に對して Cullis は白雲石の結晶中に在る不透明な斑點及び粒狀の白雲石を半透明ならしめる黒い斑點等は方解石が不透明な状態となつて居る爲であると述べて居る。逆に 3~4% の炭酸マグネシウムを含有する岩芯薄片が一樣に着色することより考へて、炭酸マグネシウムは白雲石或は外の形に於て不透明な斑點を形成し、方解石中に點在するとの假定は許されないであらうか。

要約：

筆者は Meigen の試薬に依る薄片の處理は行はなかつたので、鏡下に於ける霰石の存在並に之が變化の状態に關して觸れることは出来ないが、既述の如く北大東島石灰岩（104~195 米間）は最も白雲化作用の幼稚なものに於ても珊瑚の組織は大部分失はれ其の外形を表はす黒線が稀に認められるに過ぎないのである。即ち、霰石より成る珊瑚は已に方解石に變じ去つたのである。従つて、白雲化作用に對して生物殻（霰石より成る）よりも一層抵抗力の小さ

い海水より沈澱せる霰石の結晶は、より速かに石灰岩より失はれたと考へる可きであらう。此の間接の根據に依り、筆者は北大東島試錐岩芯 (104~195 米間) 中には霰石の存在を否定したのである。斯くの如き状態に在る北大東島石灰岩が辿る経過は已に述べた處であるが、幾分の想像を加へて順序付けるならば、

(1). 溶解作用に依り生ぜる孔隙中に、孔隙の壁に略々垂直に方解石の針狀小結晶の生成が始まる。

(2). 此の小結晶を土臺とし、方解石の粒狀結晶が生成せられ、遂に之により孔隙は充填されるに至る。

(3). 粒狀の方解石結晶の充填後、孔隙の壁より突出する方解石の針狀小結晶は、次第に其の姿を没し、孔隙は粒狀の方解石のみにより充される。

(4). 方解石の粒狀結晶の沈澱は中止し、孔隙中には透明な白雲石の菱形斜方六面體結晶が形成される。

(4'). 之と相前後して海水より直接沈澱せる粒狀の方解石及び石灰質泥滓の結晶作用に依り生ぜる粒狀の方解石が其の結晶形を保つた儘白雲石に變化し初める。

(4''). 生物殻は其の外形を表はす黒線すらも消失し、一部は粒狀の結晶となり一部は不透明な泥滓狀を呈するに至る。

(5). 孔隙中に沈澱せる菱形の白雲石結晶は、次第に生物組織の内部に向つて侵入し、屢々白雲石の大結晶上に着色せる方解石の小結晶片が横はるのが觀察されるが、結局此の結晶も白雲石に變ずる。

(5'). 生物殻組織 (特に Lithothamnium に良く觀察される) を破つて白雲石の菱形斜方六面體結晶が現はれる。

(5'') (4'') の如き状態の生物殻組織の一部は既に白雲石に變化し初める..

(6). 白雲石に變ぜる後も大體の組織を失はない Lithothamnium (Hypothal-

lium の部分)は次第に着色の程度を減じ遂に白雲石に化する。

(7). (5), (5'), (5'') 及び (6) の變化に生ぜる白雲石は結晶作用に依り一樣に粒狀の結晶となる。此の際、海水より直接沈澱せる白雲石及び海水より方解石の形で沈澱され、後粒狀の白雲石に變せるものは透明で前者とは容易に區別される。

[V] 結 論

$\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$ なる組成を有する礦物の存在が知られ、之に白雲石なる名稱が冠せられて以來、之が分布成因に關する研究が盛に行はれ、多種多様の產狀が報告されて居る。同時に之等の產狀を説明せんとする幾多の説が生れ、大體に於て該説を誘導した白雲石の產狀には適合する如く思はれるのである。然し、之等の説の何れも其の一のみを以てしては、總ての白雲石の生成を説明することは不可能であり、白雲化作用を惹起する原因の多數存在するを頷かしめるのである。此の中、何れの説が北大東島白雲石の產狀に説明を與へ得るか、或は之等の説の如何なる組合せが、其の成因を解決することが出来るかを吟味して見よう。從來の説を分顧すれば(吉井講師に依る)。

I. 初成沈澱説

- | | | |
|----------|---|--|
| a. 化學沈澱説 | { | 河水・湖水に於ける沈澱。
鑛泉に於ける沈澱。
海水に於ける沈澱。 |
|----------|---|--|

- b. 有機沈澱説

II. 次成變質説

- a. 添加變質説 (火成説)

- | | | |
|----------|---|-----------------------|
| b. 浸出變質説 | { | 淺海に於ける浸出。
風化に依る浸出。 |
|----------|---|-----------------------|

- c. 交代變質説
- 高熱(火山作用)に依る場合。
 - 高壓(深海)に依る場合。
 - 淺海に於ける場合。
 - 溫泉に於ける場合。

I. 初成沈澱説. 之は白雲岩が薄層をなして石灰岩と互層し、其の界に於て炭酸マグネシウムの量に飛躍を示す場合、最も好都合な説明を與へるものである。

a. 化學沈澱説. 白雲岩合成の實驗に於て用ひられた溶液と同組成のものが、海水或は淡水中に含まれて居る場合、何等かの原因に依つて、之等が化學作用を起し白雲岩を形成すると云ふことは當然考へられる所である。

G. Leube (1840) は Ulm の附近に淡水の白雲岩を記載し、C. W. Gumbel (1871) も同地方に於て石灰岩中に介在する白雲岩の産狀を研究し、之が沈澱に依り形成されたものなることを強調して居る。O. J. Girardin (1837) はフランスの Clermont 附近の鑛泉に於て形成されたトラバーチンは $MgCO_3$ に富み、其の組成が、 $MgCO_3 \dots 28.80\%$ 、 $CaCO_3 \dots 24.40\%$ なることを示し、A. Terreil (1866) も Dead sea 附近の溫泉の水に白雲石の結晶を認め、鑛泉に於ける化學的沈澱の可能なることを裏書したのである。H. Udluft は炭酸瓦斯分壓の研究より、之が充分高い場合には、海水、淡水、溫泉等に於て白雲石の結晶が形成されることを述べて居る。

b. 有機沈澱説. 又 A. G. Högbom (1894) は石灰藻(14種)の分析の結果、 $1.95 \sim 13.19\%$ の炭酸マグネシウムを認め、之等有機物の堆積に依りて白雲岩が形成されることを示して居る。勿論此の場合純然たる白雲岩が形成される爲には、同時に後述する所の浸出作用に依り石灰分の除去が行はれなければならない。F. W. Clarke 及び W. C. Wheeler (1914) は分布の廣い 21 の種屬に付き分析を行つた結果、之等が $7.28 \sim 12.69\%$ の炭酸マグネシウムを有することを認め、同時に此の量が生物の生存せる海水の溫度に比例することを確めたの

である。今、各種の生物の無機質物が含む MgCO_3 の百分率を示せば (Clarke に依る)

Foraminifera	3.67~11.22 %(MgCO_3)
Calcareous sponges.	5.37~ 8.00 %
Madreporarian corals.	0.9 ~ 0.77 %
Alcyonarians	6.03~15.73 %
Hydroids.	0.22~ 1.28 %
Annelids	0.00~ 9.72 %
Echinoderms	5.99~14.08 %
Brachiopods.	0.49~ 8.63 %
Bryozoans	0.63~11.08 %
Mollusks	0.00~ 2.58 %
Barnacles	0.79~ 2.49 %
Other crustaceans.	4.84~15.99 %

[例 外]

Argonauta (Cephalopod).	6.02 %
Heliopora	0.00 %
Halimeda.	0.00 %
Lithothamnium.	} 10.93~25.17 %
Lithophyllum	

II. 次成變質説. 上記の産状と異り、塊状の白雲岩が之に接する石灰岩に、次第に推移する状態が觀察される場合には、初成沈澱説を考へることは不可能であり、石灰岩が或原因に依り後に白雲岩に變じたと説明しなければならぬ。

a. 添加變質説. Leopold von Buch (1774~1852) は Tyrol, Eifel 地方に於ける白雲岩が、黒珩岩・輝石斑岩等と密接する事を認め、恐らく石灰岩が之等貫入岩のマグネシウムを含む蒸氣に依り變質を受けたと説明したのである。

b. **浸出變質説.** Högbom (1894) は Challenger expedition に依り集められた海底軟泥が マグネシウムに富むのは、溶解易い炭酸カルシウムの溶解作用に依りマグネシウムの相互量が大になつたと考へ、同様の作用が海水及び地下水中に於ても行はれるとなしたのである。Bermuda の珊瑚石灰岩の洞窟中に出来た石筍が 0.18~0.68% の炭酸マグネシウムを有するに反し、一方珊瑚石灰岩自身は、其の數倍を有することより、石灰分の浸出の可能なことが領かれるのである。一方に於てマグネシウムの増加を來す此の浸出作用が、他方白雲岩の緻密度に重要な影響を與へることは當然考へられる所である。即ち、石灰岩の堆積と同時に浸出作用が行はれた場合には、白雲岩は緻密となるが、岩石の固結後に石灰分が失はれたと考へれば多孔性を帯びる筈である。Judd 及び Cullis (1904) は フナフチ環礁に於ける石灰岩の化學分析より、海水面下 25 米附近に、16% に達する炭酸マグネシウムの存在を認め、之が白雲石の結晶を有せざることより、淺海に於て浸出作用が行はれた結果、炭酸マグネシウムの増加を來したと解釋したのである。

c. **交代變質説.** 之に反し J. C. Branner (1904) はブラジルの Porta Mangue の珊瑚礁が 7.95~14.5% の炭酸マグネシウムを有するに反し、其の中に含まれる珊瑚自身は 0.20~0.99% MgO を含有するに過ぎない事を認めて居る、之は生物の堆積後に行はれた浸出作用を以ては説明不可能であり、マグネシウムが外部より侵入したことを否定し得ないのである。即ち海水中に溶解するマグネシウム鹽が、炭酸カルシウムの溶解と同時に石灰岩中に侵入し、 $\text{Ca Mg}(\text{CO}_3)_2$ なる複鹽を生成すると考へなければならない。J. F. Spurr (1898) は此の交代作用が局部的ではあるが、マグネシウム 泉に於ても認められ、Colorado の Aspen 附近に於て マグネシウム を含む温泉が明かに石灰岩を變じて白雲岩となすことを指摘したのである。而し、單に石灰岩を海水に浸した丈では、白雲岩の形成は認められない故に、之が形成に必要な條件の存することが考へられるのである。即ち、i. 高壓、ii. 熱、iii. 時間、iv. 生物の腐敗作用に依り生

するアムモニウム鹽其の他. v. 炭酸瓦斯分壓の増加. 等が夫である.

i. 多數行はれた白雲石の人工合成の中. 常溫常壓の下に於けるものが. 殆んど悉く. 失敗に終つたことより當然考へられる白雲化作用の原因として高温及び高壓が擧げられる. 實驗に於て用ひられた高壓は種々であるが. 大抵の場合高温が併用されて居る. Pfaff は高壓のみに依り白雲石が形成されるには. 40~60 氣壓を必要とし. 400~600 米の深海に於ける壓力が之に相當することより. 白雲石の深海形成説を唱へたのである.

ii. F. Hoppe-Seyler (1875) は常溫に於て炭酸カルシウムに鹽化マグネシウムを作用せしめたが. 數ヶ月経ても白雲石は生じなかつた. 又. 炭酸マグネシウムの過剰を混じ. 炭酸瓦斯で飽和した海水を密閉せるフラスコ中に入れ4ヶ月放置せるも. 白雲石は形成されなかつたのである. 然るに. マグネシウム鹽或は海水を炭酸カルシウムと共に. 封管の中で熱せる時は. 白雲石及び菱苦土鑛が形成され. 又. 炭酸カルシウムを炭酸マグネシウムと 100 度以上に熱する時. 同様の結果が得られたのである. 即ち. 高温が白雲化作用の一要素たることは. 此の事實より明瞭である. 一方. 火成岩と接する白雲石の産狀が知られ. 火山作用に依る熱源を考へることが可能となり. 海水中のマグネシウム鹽が石灰岩に作用し. 實驗と全く同一の經過をとつて白雲岩を形成したとする高温説が考へられるに至つたのである.

iii. 然し. 白雲石の合成實驗の中. 常溫常壓の下に於けるものが殆んど全部失敗に歸した事實は. 必ずしも常溫常壓に於ける合成の不可能を意味するものではなく. 細かく碎かれた炭酸カルシウムが. 海水中に於て炭酸マグネシウムを沈澱せしめることは. 既に Scheerer 及び Hoppe-Seyler に依り確認せられ. 而も此の混合物は冷水中に於ても. 充分の時間さへあれば白雲石に結合するであらうと Clarke は結論するのである. Judd(1904) も. フナフチ環礁に於ける白雲化作用の原因として時間を重大視して居る.

iv. G. Linck (1909) は. 鹽化マグネシウム 硫酸マグネシウム及びアンモ

ニュームセスキカーボネートの溶液を混じ、之に鹽化カルシュームの溶液を加へて形成された沈澱は、封管中で徐々に熱せられる時、結晶となり、白雲石の組成及び光學上の特性を示す事を認めたのである。Linck は此の方法が自然に於て行はれ、有機物の腐敗作用に依り生ぜる アムモニューム鹽が海成白雲石の生成に重要な役割をなすと考へるのである。F. W. Pfaff (1894) も生物腐敗の際生ずる炭酸、炭酸カルシューム、硫化アムモニューム及び硫化水素等が白雲化作用を手傳ふ要素であると述べ、Clarke も同様此の事實を承認するが、彼は此の際同時に發生する炭酸瓦斯が炭酸鹽を溶解する傾向あるを附記して居る。

v. Otto Baer (1924) は K. Spangenberg(1913) が行つた人工合成に於て必要とされた條件(攝氏 130 度、炭酸瓦斯の 50 氣壓)が自然に於ては到底有り得ないと考へ、自然に於ける白雲石生成の研究を行ひ、遂に、炭酸瓦斯分壓が白雲化作用を支配する重大要素なることを發表したのである。即ち、炭酸カルシューム及び炭酸マグネシュームの溶解度曲線は、比較的低い炭酸瓦斯分壓の下に於て交り、此の交點以上の分壓に於て白雲石の形成が行はれると説明したのである。炭酸瓦斯分壓が充分大となる條件としては、(1). 海退、(2). 温度の上昇、(3). 内海に於ける徐々な蒸發、等が挙げられて居る。O. Baer の分壓の説を支持するものに Hans Udluft がある。彼は此の説を Eifel-dolomit 及び Zechstein-dolomit の解釋に應用し、種々の水に於ける炭酸瓦斯分壓の算出を試み、次の如き結論を與へて居る。

(1) 海水及び地下水は一般に (O. Baer の所謂、炭酸マグネシュームと炭酸カルシュームの溶解度曲線の) 交點以下に在るが、之に達し或は以上になることもある。

(2) 温泉に於ては交點以上に在る故に充分なマグネシュームが存在すれば白雲化作用が行はれる筈である。即ち、白雲石は炭酸瓦斯の分壓に規定せられる経過であり、後者は遊離の炭酸の量に依存すると結論を與へて居る。此の分壓

の説は單に初成の白雲岩のみならず、次成變質に依る白雲岩にも應用せられるのである。即ち一つの内海を考へる時、先づ其の底部に於て分壓の上昇が初まつて石灰岩の變質が行はれ、ついで内海全體に於ける分壓が上昇した時、初成の白雲岩が沈澱されるに至ると言ふのである。

次に、之等の説が北大東島の場合に於て適合するか否かを吟味して見よう。先づ化學沈澱説は104米以上に位する殆んど純粹なる白雲岩に對して一應適應する如く思はれるが、岩石が成層せず、且つ有機體を含むことは、顯微化學的吟味の結果と相俟つて此の説の適用されざるを示すのである。104~195 米間に屬する苦土質石灰岩に於ては、白雲石と方解石が不規則な配置を取り、同様化學沈澱に依り形成されたと考へられない。又、0~104 米間に位する白雲岩中には、Lithothamnium 等の遺骸が認められ、之等を含む岩石が40% 前後の炭酸マグネシウムを含むことより、有機物中に含まれる炭酸マグネシウムの沈澱のみに依つて白雲岩が生じた(有機沈澱説)とは當然考へられざる所である。添加變質説即ち火成説は北大東島に於ては考へらる可くもない。即ち同島には火成岩が発見されず、假令、試錐孔底以下に火成岩が存在するとしても、之と表面近くに存する白雲岩との間に殆んど純粹な石灰岩の存在することが、同説に依る解釋を許さないものである。顯微化學的吟味に於て炭酸カルシウムの溶解が所々に認められる結果、浸出變質に依る炭酸マグネシウムの増加が北大島に於ける白雲化作用の一要素たることには、疑ひを容れないが、元來マグネシウムを含まない霰石より成る生物(例へば、珊瑚)が明瞭に白雲石の組成を示す如き事實が觀察され、浸出變質以外に重要な白雲化作用の經過の存することが伺はれるのである。即ち交代變質説が夫である。之等と相並んで炭酸カルシウムの溶解に依り生じた孔隙中に、白雲石の結晶が二次的に沈澱する事實が認められ、北大東島の白雲化作用の一要素として、次成化學沈澱の作用を附加しなければならない。總て之等北大東島白雲岩を生成する經過。

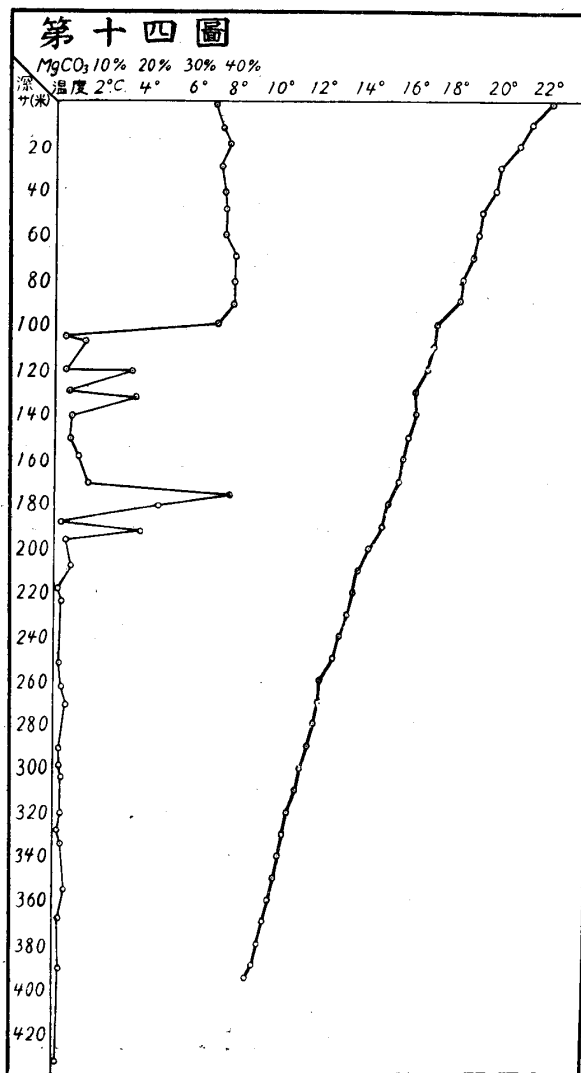
(i. 交代變質, ii. 次成化學的沈澱, iii. 浸出變質) に就いては、顯微化學的吟味の項に於て詳細な説明を與へて居る。次に、之等の白雲化作用を惹起したと思はれる原因、即ち、i. 高壓、ii. 熱、iii. 炭酸瓦斯の分壓、iv. 生物腐敗作用に依り生ずる炭酸アムモニウム等、に就いての考察が行はれねばならない。既述の如く、北大東島試錐に於ては、深部に方解石が存在し、白雲石は 104 米以上の淺部に分布することが知られて居る以上、深海の高壓が原因となり、白雲化作用が行はれたと考へることは不可能である。高熱を假定するものは、其の熱源として火山作用を考へることが唯一の手段とされて居る時、429 米に達した試錐孔が尙、基盤に到達しない北大東島に於ては、假令、試錐孔底以深の所に火成岩が存在するとしても、白雲岩が深部よりも表面近くに存在することの説明に窮せざるを得ないのである。高熱を假定せるものに反し、熱源を太陽の直射光線に仰ぐ淺海の溫度上昇が、北大東島に於ける白雲化作用を促進せしめた一原因であると考へることに矛盾は生じない。然し白雲岩の合成實驗に於て必要とされた高熱が日光により齎されたと考へることは不可能であり、淺海の溫度上昇のみに依つて白雲化作用を解決することは困難である。

既に、Judd が假定せる如く、時間が此熱量の不足を補ふ要素と成り得ると考へれば、北大東島に於ける白雲化作用も、此の二要素（熱、時間）にて説明し、些かの矛盾も生じない。唯、時間が果して此の熱量の不足を補ひ得るか否かを實驗に依り確めることは不可能な爲、上の説明は單なる假設に過ぎないとの非難は免れないのである。Otto Baer に依り提出された如く、溫度の上昇（太陽の直射光線に依る）に伴ふ炭酸瓦斯分壓の増加が、北大東島白雲岩の生成に與つて力があつたと假定することも首肯されるが、矢張り北大東島附近の淺海に於ける溫度上昇が白雲化作用を惹起するに足る炭酸瓦斯分壓の増加を來したか否かを證明する事實はなく、同様矛盾に逢着しない一假設としてのみ注目される價值を有するのである。最後に、生物遺骸を無數に含む北大東島石灰岩の形成中に、生物の腐敗作用に依り、アムモニウム鹽其の他の化合物が発生する

ことは當然であり、之が白雲化作用を促進せしめる一原因に成り得たであらうことは想像に難くない。而し、此の作用が固結後の石灰岩に對しても働いたか否かには多分の疑問が伴ふのである。

以上述べ來つた所に依り、北大東島に於ては、日光に依る淺海の溫度上昇の結果、海水中の炭酸瓦斯分壓が増加して白雲化作用の一つの原因となり、同時に一部生物腐敗に依り生ぜるアムモニューム鹽等の影響も加はり、長期間に亘つて白雲岩が形成されたと結論することが出来るであらう。

他方、試錐孔中に於て測定された海水の溫度(第14圖)は、表面下約100米



附近を界とし、其の上下に相當著しい變化を示し、104米以上に限られる白雲岩の分布と何等かの關係を有する如く考へられる。以上の原因(時間、炭酸瓦斯の分壓、生物腐敗に依り生ぜるアムモニューム鹽)に依り、

100米に於ける海水の溫度(攝氏17.3度)を化學反應の臨界溫度とし、之より上方に於てのみ白雲岩が形成されたと假定して見よう。此の場合104~195米間に分布する苦土質石灰岩の白雲化作用を説明する爲には曾て該區間の岩石が、100米以上(0~100米)に位置したとの假定を附け加へなければならない。

即ち、現在104~195米間に位

する苦土質石灰岩は、曾て、少くとも 10~100 米間 (或は更に浅海) に存在し、完全な白雲岩に成り切らぬ中、約 90 米の沈降に遭遇して現在の位置を占め、其の後、引き続き行はれた白雲化作用に依り、0~104 米間のもののみが完全に白雲岩に化したと假定するのである。現在陸上に在る白雲岩は沈降に先立つて行はれた隆起運動の以前或は、其の途中に於て、海水面下に没して居つた際、形成されたと考へるのである。100 米附近の變化の外に、195 米 (攝氏 14 度) の深さに於ても僅小ではあるが、海水の溫度曲線に異常を來すことが認められ、此の溫度を化學反應の臨界溫度とする假定も想像されるのである。即ち、現在の陸地上最高點 (約 70 米) が曾て海水面下 約 25 米の深さに在り (現在より 95 米沈降の状態) 195 米の深さ迄、殆んど完全に白雲化作用が行はれ (即ち、現在陸地上 70 米~海水面下 105 米間に位するものが完全に白雲岩になつたことを示す)。後、之が 95 米の上昇に依り現在の状態を取つたと考へれば、新に白雲岩の生成區域 (0~195 米) に入り來つた石灰岩 (現在 104~195 米間に位置する石灰岩) が白雲岩に變化する途中の状態を示すことも首肯されるであらう。

参 考 文 献

- 吉井正敏：白雲岩形成と珊瑚礁問題 (未刊行)
 杉山敏郎：北大東島試錐に就いて (東北帝國大學理學部地質學古生物學教室研究邦文報告、第十一號、昭和九年)
 杉山敏郎：第 2 回北大東島試錐に就いて (同上 第二十五號、昭和十一年)
 山成不二磨：北大東島に於ける磷酸礬土鑛床 (同上 第十五號、昭和十年)
 F. W. Clarke : Data of Geochemistry, 1920, pp. 557—572.
 Atoll of Funafuti. (Royal Society, London, 1904)
 O. Baer : Versuch einer Lösung des Dolomitproblems auf phasentheoretischer Grundlage., (Senckenbergiana 6, 1924, pp. 116—118).
 H, Udluft : Ein neuer Beitrag zum Dolomitproblem. (Zeitschr. d. deutsch. Geol. Gesell. LXXXII, 1931, pp. 1—13)
 J. Lemberg : Zur mikroskopischen Untersuchung von Calcit, Dolomit und Predazzit. (Zeitschr. d. deutsch. Geol. Gesell. XL. 1888, pp. 357)
 W. Meigen : Eine einfache Reaktion zur Unterscheidung von Aragonit und Kalkspath. (Centralbl. Min., Geol. u. Pal., 1901, pp. 577—578)

- F. Cornu: Eine Reaktion zur Unterscheidung von Dolomit und Calcit, (Centralbl. Min., Geol. u. Pal., 1906, p. 550)
- C. Goetz: Ueber die Entstehung des Dolomits der Muschelkalkschichten und über den Einfluss kolloider Phasen auf die Bildung von Dolomit überhaupt. (Geol. Rundschau, 1921, pp. 138—150)
- F. W. Pfaff: Über Dolomitbildung. (Centralbl. Min., Geol. u. Pal., 1903)
- G. Adolf, M. Pulfrich und G. Linck: Über die Darstellung des Dolomits und die Dolomite des Röts in der Umgebung von Jena. (Centralbl. Min., Geol. u. Pal., 1921, p. 545)
- H. T. Reuling: Der Sitz der Dolomitisierung (Frankfurt, 1934)

分
析
表

第一表

試錐岩芯分析表

調査岩芯 番 號	表面ヨリノ 深サ (米)	CaCO ₃ ノ 百 分 率	MgCO ₃ ノ 百 分 率	$\frac{\text{CaCO}_3}{\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3} \times 100$
2	0.70	59.91	36.46	62.16
4	2.10	46.59	28.28	62.27
6	3.29	51.96	27.35	65.51
7	3.57	48.39	30.72	60.90
10	3.94	59.65	38.27	60.92
15	4.44	60.33	37.06	61.94
20	4.84	57.19	32.01	64.11
21	5.40	60.43	37.72	61.58
27	6.30	61.07	36.57	62.54
32	6.85	61.35	37.91	61.80
35	7.30	58.15	38.57	60.13
* 39	7.56	57.73	39.16	59.58
54	9.33	60.89	37.42	61.94
64	10.28	61.21	38.26	61.53
69	10.73	60.47	37.53	61.71
* 70	11.40	59.17	39.50	59.97
74	11.79	61.94	37.92	62.03
78	12.29	60.66	37.64	61.70
83	13.88	59.04	40.07	59.57
85	14.12	60.64	38.60	61.10
88	14.49	60.12	39.15	60.77
* 94	14.90	59.48	39.16	60.30
96	15.30	59.49	39.72	59.96
101	16.04	61.59	37.04	62.44
108	17.18	61.57	37.11	62.39
111	17.75	61.17	37.99	61.68
113	17.94	60.36	39.25	60.60
114	17.99	61.31	37.74	61.89
* 121	18.82	60.36	39.00	60.75
127	19.53	59.68	39.32	60.28

$\frac{\text{MgCO}_3}{\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3} \times 100$	白雲石ノ 百分率	方解石ノ 百分率	見掛ケノ 比重	鑛物分ノ 比重	孔隙率
37.84	82.87	17.13	2.00	2.87	30.3
37.72	82.62	17.38	2.35	2.86	17.8
34.49	75.53	24.47	2.46	2.85	13.7
39.10	85.63	14.37	2.28	2.87	20.6
39.08	85.59	14.41	2.30	2.87	19.9
38.06	83.35	16.65	2.26	2.87	21.3
35.89	78.50	21.50	2.06	2.86	28.0
38.42	84.14	15.86		2.87	
37.46	82.04	17.96	2.23	2.86	22.0
38.20	83.66	16.34	2.01	2.87	29.9
39.87	87.32	12.68	2.41	2.87	16.0
40.42	88.52	11.48		2.88	
38.06	83.35	16.65	2.09	2.87	27.2
38.47	84.25	15.75	2.41	2.87	16.0
38.29	83.86	16.14	2.43	2.87	15.3
40.03	87.67	12.33	2.18	2.88	24.3
37.97	83.15	16.85	2.23	2.87	22.3
38.30	83.88	16.12	2.18	2.87	24.0
40.43	88.54	11.46	2.00	2.88	30.6
38.90	85.19	14.81	2.12	2.87	26.1
39.23	85.91	14.09	2.33	2.87	18.8
39.70	86.94	13.06	2.31	2.87	19.5
40.04	87.69	12.31	2.54	2.88	11.8
37.56	82.26	17.74	2.42	2.86	15.4
37.61	82.37	17.63	2.43	2.86	15.0
38.32	83.92	16.08	2.39	2.87	16.7
39.40	86.29	13.71	2.43	2.87	15.3
38.11	83.46	16.54	2.56	2.87	10.8
39.25	85.96	14.04	2.35	2.87	18.1
39.72	86.99	13.01	2.36	2.87	17.8

調査岩芯 番 號	表面ヨリノ 深 サ (米)	CaCO ₃ ノ 百 分 率	MgCO ₃ ノ 百 分 率	$\frac{\text{CaCO}_3}{\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3} \times 100$
138	25.04	60.62	39.23	60.72
142	26.00	62.84	37.02	62.92
154	28.72	61.54	37.45	62.18
* 160	33.42	60.95	38.73	61.15
* 163	34.08	60.69	38.85	60.69
168	35.97	59.69	38.97	60.50
* 170	36.07	59.61	38.89	60.52
172	36.55	61.18	37.02	62.30
179	38.15	62.02	36.04	63.25
190	41.36	61.86	37.97	61.97
203	44.45	58.76	38.90	60.16
* 214	45.80	58.73	39.31	59.90
225	47.24	62.59	36.32	63.28
240	49.72	61.17	38.48	61.38
* 250	51.24	59.77	39.37	60.39
254	53.62	61.24	37.31	62.14
* 266	55.20	60.47	38.12	61.38
272	57.29	60.89	37.77	61.72
279	58.44	60.97	38.18	61.49
281	58.82	60.37	39.29	60.58
292	60.08	61.05	38.16	61.53
302	61.04	59.90	39.24	60.39
* 304	61.28	58.73	39.79	59.61
308	61.38	59.41	39.71	59.94
318	62.00	58.79	40.50	59.22
322	62.83	59.89	38.12	61.10
330	63.60	60.87	37.83	61.68
337	64.25	59.02	38.62	60.38
338	64.46	59.95	38.64	60.78
* 340	64.70	58.98	38.35	60.60

$\frac{\text{MgCO}_3}{\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3} \times 100$	白雲石ノ 百分率	方解石ノ 百分率	見掛けノ 比重	鑛物分ノ 比重	孔隙率
39.28	86.02	13.98	1.80	2.87	37.3
37.08	81.21	18.79	2.23	2.86	22.0
37.82	82.83	17.17	2.53	2.87	11.9
38.85	85.08	14.92		2.87	
39.31	86.09	13.91	2.06	2.87	28.2
39.50	86.51	13.49	2.03	2.87	29.3
39.48	86.46	13.54	2.05	2.87	28.6
37.70	82.58	17.42	2.41	2.86	15.7
36.75	80.48	19.52	2.41	2.86	15.7
38.03	83.29	16.71	2.57	2.87	10.5
39.84	87.25	12.75		2.87	
40.10	87.82	12.18	2.38	2.88	17.4
36.72	80.42	19.58	2.37	2.86	17.1
38.62	84.58	15.42	2.47	2.87	13.9
39.61	86.75	13.25	2.58	2.87	10.1
37.86	82.91	17.09	2.65	2.87	7.7
38.62	84.58	15.42	2.69	2.87	6.3
38.28	83.83	16.17	2.75	2.87	4.2
38.51	84.34	15.66	2.54	2.87	11.5
39.41	86.32	13.68	2.67	2.87	7.0
38.47	84.27	15.73	2.65	2.87	7.7
39.61	86.75	13.25	2.62	2.87	8.7
40.39	88.45	11.55	2.64	2.88	8.3
40.06	87.73	12.27	2.47	2.88	14.2
40.78	89.31	10.69	2.57	2.88	10.7
38.90	85.19	14.81	2.63	2.87	8.3
38.32	83.92	16.08	2.56	2.87	10.8
39.62	86.77	13.23	2.71	2.87	5.6
39.22	85.89	14.11	2.65	2.87	7.7
39.40	86.29	13.71	2.58	2.87	10.1

調査岩芯 番 號	表面ヨリノ 深 サ (米)	CaCO ₃ ノ 百 分 率	MgCO ₃ ノ 百 分 率	$\frac{\text{CaCO}_3}{\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3} \times 100$
346	65.87	60.58	38.99	60.90
350	66.15	58.05	40.06	59.17
* 362	68.04	57.75	41.83	57.99
372	69.30	59.68	40.20	59.75
375	69.45	58.78	39.29	59.93
377	69.76	58.56	40.76	58.96
379	70.47	57.54	40.49	58.70
380	70.57	58.47	38.65	60.20
395	72.07	58.72	40.12	59.40
* 404	73.36	58.47	40.63	59.00
413	73.93	59.57	38.57	60.69
417	74.45	61.49	37.87	61.89
426	75.72	61.83	38.06	61.90
* 436	76.90	58.98	40.31	59.41
443	77.90	59.13	59.53	59.93
444	77.99	59.89	38.31	60.99
452	78.87	59.60	39.58	60.07
457	79.55	60.23	38.04	61.29
459	79.75	58.95	38.85	60.28
460	79.86	58.69	39.51	59.76
* 463	80.10	59.23	40.42	59.44
465	80.35	60.72	38.98	60.91
487	82.85	59.15	40.15	59.57
495	83.87	58.46	40.79	58.90
* 503	84.50	58.73	40.63	59.11
509	85.56	59.02	39.29	60.04
516	86.95	60.58	37.77	61.60
524	87.88	60.11	39.25	60.50
529	88.28	60.99	37.87	61.69
537	88.94	58.92	39.53	59.85

$\frac{\text{MgCO}_3}{\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3} \times 100$	白雲石ノ 百分率	方解石ノ 百分率	見掛ケノ 比重	礦物分ノ 比重	孔隙率
39.10	85.63	14.37	2.57	2.87	10.1
40.83	89.42	10.58	2.62	2.89	9.3
42.01	92.00	8.00	2.57	2.88	10.8
40.25	88.15	11.85	2.49	2.88	13.6
40.07	87.75	12.25	2.46	2.88	14.6
41.04	89.88	10.12	2.39	2.88	17.0
41.30	90.45	9.55	2.38	2.88	17.4
39.80	87.16	12.84	2.47	2.87	13.9
40.60	88.91	11.09	2.50	2.88	13.2
41.00	89.79	10.21	2.44	2.88	15.3
39.31	86.09	13.91	2.57	2.87	10.4
38.11	83.46	16.54	2.60	2.87	9.4
38.10	83.44	16.56	2.65	2.87	7.7
40.59	88.89	11.11	2.62	2.88	9.0
40.07	87.75	12.25	2.69	2.88	10.1
39.01	85.43	14.57	2.70	2.87	5.9
39.93	87.45	12.55	2.53	2.87	11.8
38.71	84.77	15.23		2.87	
39.72	86.99	13.01		2.87	
40.24	88.13	11.87		2.88	
40.56	88.83	11.17	2.65	2.88	8.0
39.09	85.61	14.39	2.63	2.87	8.4
40.43	88.54	11.46	2.54	2.88	11.8
41.10	90.01	9.99	2.61	2.88	9.4
40.89	89.55	10.45	2.61	2.88	9.4
39.96	87.51	12.49	2.62	2.88	9.0
38.40	84.10	15.90		2.87	
39.50	86.50	13.50	2.50	2.86	12.6
38.31	83.90	16.10	2.63	2.87	8.4
40.15	87.92	12.08	2.49	2.88	13.6

調査岩芯 番 號	表面ヨリノ 深サ (米)	CaCO ₃ ノ 百 分 率	MgCO ₃ ノ 百 分 率	CaCO ₃ CaCO ₃ +MgCO ₃ × 100
551	90.74	59.75	40.03	59.88
556	92.40	61.02	38.26	61.46
558	91.30	59.26	39.52	59.99
* 569	92.25	59.98	39.29	60.43
572	92.36	60.03	39.89	60.09
573	92.49	61.74	37.81	62.02
579	93.11	61.62	37.96	61.87
589	94.92	60.91	37.99	61.60
600	96.45	62.22	37.60	62.34
613	97.80	62.01	35.97	63.29
* 618	98.40	60.23	38.24	61.17
627	99.20	62.74	36.89	62.97
632	101.60	59.97	38.32	61.00
635	102.16	60.95	37.09	62.18
640	102.59	61.91	35.91	63.38
646	103.00	61.25	36.06	62.94
648	103.38	62.13	37.18	62.56
649	103.58	62.48	35.16	63.99
650	105.72	94.29	2.83	97.08
651	106.30	88.32	8.91	90.84
* 652	106.72	92.04	5.75	94.12
654	107.87	91.41	7.22	92.68
662	113.86	81.63	17.99	81.94
663	114.00	95.81	2.41	97.53
671	118.66	97.04	2.81	97.18
677	120.38	96.45	2.08	98.89
683	121.60	81.51	17.29	82.50
690	125.90	95.32	4.26	95.32
696	130.00	96.46	3.41	96.58
700	131.86	97.98	1.48	98.50

$\frac{\text{MgCO}_3}{\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3} \times 100$	白雲石ノ 百分率	方解石ノ 百分率	見掛ケノ 比重	鑛物分ノ 比重	孔隙率
40.12	87.86	12.14	2.49	2.88	13.6
38.54	84.40	15.60	2.59	2.87	9.8
40.01	87.62	12.38	2.68	2.88	6.9
39.57	86.66	13.34	2.55	2.87	11.2
39.91	87.40	12.60	2.41	2.87	16.0
37.98	83.18	16.82	2.49	2.87	13.2
38.13	83.50	16.50	2.33	2.87	18.8
38.40	84.10	15.90	2.33	2.87	18.8
37.66	82.48	17.52	2.32	2.86	18.9
36.71	80.39	19.61	2.68	2.86	6.3
38.84	85.05	14.95	2.42	2.87	15.8
37.03	81.10	18.90	2.29	2.86	20.0
39.00	85.41	14.59	2.61	2.87	9.1
37.82	82.82	17.18	2.68	2.87	6.6
36.62	80.19	19.81	2.65	2.86	7.3
36.06	79.97	20.03	2.68	2.86	6.3
37.44	82.00	18.00	2.66	2.86	7.0
36.01	78.86	21.14	2.68	2.86	6.3
2.92	6.39	93.61	2.41	2.71	11.1
9.16	20.06	79.94	2.24	2.74	18.2
5.88	12.88	87.12	2.45	2.73	10.2
7.32	16.03	83.97	2.30	2.73	15.7
18.06	39.55	60.45	2.35	2.78	15.5
2.47	5.41	94.59	2.25	2.71	17.0
2.82	6.17	93.83	2.36	2.71	12.9
2.11	3.67	96.83	2.18	2.71	19.6
17.50	38.33	61.67	2.26	2.78	18.7
4.28	9.77	90.23	2.17	2.72	20.2
3.42	7.49	92.51	1.96	2.71	27.7
1.50	3.29	96.71	1.95	2.71	28.0

調査岩芯 番 號	表面ヨリノ 深 サ (米)	CaCO ₃ ノ 百 分 率	MgCO ₃ ノ 百 分 率	$\frac{\text{CaCO}_3}{\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3} \times 100$
705	132.46	80.81	18.42	81.44
714	134.86	67.69	32.25	67.73
722	137.05	94.39	4.77	95.19
725	138.94	96.41	3.35	96.64
727	140.39	95.71	3.91	96.07
* 731	141.50	93.71	5.00	94.94
732	143.13	95.62	2.79	97.16
733	143.89	96.37	3.23	96.76
740	145.09	97.28	2.28	97.71
750	151.51	96.61	3.32	96.68
* 754	158.00	94.96	4.58	95.40
756	158.92	96.68	2.71	97.27
761	159.08	93.11	5.06	94.85
766	162.18	94.95	4.95	95.05
* 771	164.50	92.21	7.28	92.68
777	168.36	94.91	5.29	94.70
781	170.38	91.88	7.49	92.25
789	174.18	88.01	11.88	88.11
798	175.94	59.93	39.59	60.21
800	177.00	75.61	24.22	75.74
804	179.10	75.68	23.27	76.48
806	180.95	94.79	2.69	97.26
808	186.38	68.15	31.34	68.50
814	188.40	98.13	1.75	98.25
818	189.38	97.96	1.14	98.83
* 820	189.50	95.96	1.99	98.00
825	191.50	97.64	1.24	98.75
828	192.85	79.93	19.52	80.37
830	193.85	98.04	1.15	98.84
832	195.90	99.24	0.61	99.37

$\frac{\text{MgCO}_3}{\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3} \times 100$	白雲石ノ 百分率	方解石ノ 百分率	見掛ケノ 比重	鑛物分ノ 比重	孔隙率
18.55	41.31	58.69	2.49	2.78	10.4
32.27	70.67	29.33	2.45	2.84	13.7
4.81	10.53	89.47	2.01	2.72	26.1
3.36	7.36	92.64	1.98	2.71	26.9
3.93	8.61	91.39	2.04	2.72	25.0
5.06	11.08	88.92	1.95	2.72	28.3
2.84	6.22	93.78	1.94	2.71	28.4
3.24	7.10	92.90	1.80	2.71	33.6
2.29	5.02	94.98	1.78	2.71	34.3
3.32	7.27	92.73	1.92	2.71	29.2
4.60	9.07	90.93	2.02	2.72	25.7
2.73	5.98	94.02	2.14	2.71	21.3
5.15	11.28	88.72	1.97	2.72	27.6
4.95	10.84	89.16	1.62	2.72	40.4
7.32	16.03	83.97	1.93	2.73	27.8
5.30	11.61	88.39	1.73	2.72	36.2
7.55	16.73	83.27	1.70	2.73	37.7
11.89	26.04	73.96	2.29	2.75	16.7
39.79	87.54	12.46	2.54	2.87	11.5
24.26	53.13	46.87	2.26	2.81	19.7
23.52	51.51	48.49	2.36	2.80	15.7
2.74	6.00	94.00	2.47	2.71	8.8
31.50	68.99	31.01	2.53	2.84	10.9
1.75	3.83	96.17	2.47	2.71	8.8
1.17	2.56	97.44	2.24	2.70	17.0
2.00	4.38	95.62	2.32	2.71	14.4
1.25	2.74	97.26	2.44	2.71	10.0
19.62	42.98	57.02	2.31	2.79	17.2
1.16	2.54	97.46	2.13	2.70	21.1
0.63	1.38	98.62	2.43	2.70	10.0

調査岩芯 番 號	表面ヨリノ 深サ (米)	CaCO ₃ ノ 百 分 率	MgCO ₃ ノ 百 分 率	$\frac{\text{CaCO}_3}{\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3} \times 100$
834	196.90	97.28	2.58	97.41
835	204.56	97.18	2.51	97.49
836	206.30	96.69	2.78	92.20
837	207.30	97.75	1.41	98.58
* 838	209.26	95.21	3.24	96.71
840	214.28	98.44	0.51	99.48
842	218.28	96.36	0.84	99.14
844	224.84	97.84	1.83	98.17
849	252.96	94.43	1.10	98.84
856	264.19	97.69	1.34	98.65
861	271.70	97.70	2.17	97.82
864	292.45	98.12	0.98	99.01
865	293.23	98.80	0.66	99.34
867	300.02	96.95	0.97	99.01
871	304.30	97.34	1.20	98.79
872	317.66	97.47	1.37	98.62
874	320.69	98.35	1.31	98.68
877	323.92	95.48	2.48	97.47
880	328.47	97.31	0.48	99.51
331.52~338.57 m	335.04	97.66	1.64	98.35
883	355.20	97.19	2.39	97.60
887	368.80	98.59	1.23	98.77
389.38~394.98 m	392.48	98.11	1.39	98.61
425.77~431.67 m	431.67	95.54	0.91	99.06
801 A		66.92	32.95	67.01
801 B		94.69	4.17	95.79

白雲石及ピ方解石ノ百分率ハ、MgCO₃ ガ全部 CaCO₃ ト複鹽ヲ作ルトシテ
算出シタノデアル。* 印ヲ附シアルハ筆者ノ分析セルモノニ非ズ。

$\frac{\text{MgCO}_3}{\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3} \times 100$	白雲石ノ 百分率	方解石ノ 百分率	見掛けノ 比重	鑛物分ノ 比重	孔隙率
2.59	5.67	94.33	1.88	2.71	30.6
2.51	5.50	94.50	2.41	2.71	11.1
2.80	6.13	93.87	2.21	2.71	18.4
1.42	3.11	96.89	2.57	2.71	5.2
3.29	7.21	92.79	2.20	2.71	18.8
0.52	1.14	98.86	2.42	2.70	10.3
0.86	1.88	98.12	2.41	2.70	10.7
1.83	4.01	95.99	2.37	2.71	12.5
1.16	2.54	97.46	2.15	2.70	20.3
1.35	3.96	96.04	2.31	2.71	14.8
2.18	4.77	95.23	1.95	2.71	28.0
0.99	2.17	97.83	2.28	2.70	15.5
0.66	1.45	98.55	2.62	2.70	3.0
0.99	2.17	97.83	2.21	2.70	18.2
1.21	2.65	97.35	2.48	2.71	8.5
1.38	3.04	96.96	2.29	2.71	15.5
1.32	2.89	97.11	2.34	2.71	13.3
2.53	5.54	94.46	2.22	2.71	18.1
0.49	1.07	98.93	2.40	2.70	11.1
1.65	3.05	96.95	2.34	2.71	13.6
2.40	5.26	94.74	2.01	2.71	25.8
1.23	2.69	97.31	2.35	2.71	13.3
1.39	3.04	96.96	2.54	2.71	6.7
0.94	2.06	97.94		2.70	
32.99					
4.22					

第二表

表面岩石分析表

(杉山學士採集岩石)

調査岩石 番 號	高 サ (米)	CaCO ₃ / 百 分 率	MgCO ₃ / 百 分 率	備 考
° 1	1		5.02	緻 密
° 2	4~5		7.76	Porites
° 3	8~10		3.39	"
° 4	12~15		10.18	"
° 5	15~18		31.12	緻 密
° 6	1		17.17	"
° 7	5		5.08	"
° 8	10~15		5.56	Porites
° 9	15		5.88	"
° 10	15		5.02	"
° 12	15~20		8.37	緻 密
° 13	20~25		36.69	Porites
° 14	1		42.37	"
° 15	2		4.69	"
° 16	5~6		7.57	"
° 17	5~6		4.34	
° 18	5~6		33.67	Porites
° 19	15		5.96	緻 密
° 20	15		4.04	Porites
° 21	20		35.82	"
° 22	20		38.15	"
° 23	20		38.94	砂 岩 狀
° 25	2		6.48	緻 密 Porites(淡赤色)
° 26	2		5.21	" (")
° 27	20		11.57	Porites
° 28	20		6.80	緻 密
° 29	20		5.95	"
° 30	20		36.89	Porites
31	1		35.64	緻 密
° 33	5~7		5.46	Porites

調 査 岩 石 番 號	高 (米)	CaCO ₃ / 百 分 率	MgCO ₃ / 百 分 率	備 考
° 35	15~17		6.50	緻 密
° 38	20+		37.14	Porites
° 39	30~35		38.17	砂 岩 狀
° 41	30+		37.79	"
° 42	35		35.89	珊 瑚
44	35	60.00	39.16	緻密砂岩狀
° 47	28~30		38.17	Porites
50	30~35	58.15	40.33	緻密砂岩狀
° 55	35		37.55	砂 岩 狀
57	35	59.85	38.12	"
61	35	60.14	38.72	" ?
° 63	40		39.58	Porites
64	35	58.92	39.04	砂 岩 狀
68	50	60.26	38.37	Porites
° 70	50		38.46	砂 岩 狀
° 72	45		38.71	"
° 73	45		38.75	"
75	30	59.01	39.13	"
79	40	59.76	39.11	緻 密
° 81	40		36.95	緻密砂岩狀
° 82	40		38.27	"
° 85	35		38.27	Porites
° 86	35		38.46	緻 密
° 89			37.58	Porites
° 90			37.24	
° 92	1		39.33	緻密砂岩狀
° 93	1		33.92	緻 密
° 94	10		34.82	"
° 98	15		38.32	Porites
99	3	58.28	40.45	緻 密

調 査 岩 石 番 號	高 (米)	CaCO ₃ / 百 分 率	MgCO ₃ / 百 分 率	備 考
100	10	59.32	39.43	砂 岩 狀
101	10	59.41	38.04	緻密砂岩狀
102	40	64.37	34.78	Halimeda
° 103	40		37.99	"
104	40	58.42	40.34	砂 岩 狀
106	40	60.95	37.29	"
107	40	57.56	40.87	"
110	40	65.33	33.81	"
112	35	69.38	29.87	"
113	35	63.78	35.31	Porites
116	35	60.48	38.08	"
117	25	58.73	39.76	"
119	20~25	71.54	27.44	Alveopora
120	5	89.81	8.78	珊 瑚
122	1	83.76	14.95	緻 密
124	1	94.95	4.48	緻 密 (Porites)
125	5~7	75.30	21.58	緻 密
127	20	58.70	39.15	Porites
129	25	63.28	35.09	" ?
131	1	90.70	9.08	緻 密
132	7	61.35	33.70	緻密狀砂岩
134	15~20	59.56	39.31	Acropora
136	30		39.07	Porites
138	1	92.59	5.43	密
139	7	93.55	6.02	Porites
° 141	15~20		8.72	"
143	25	58.68	39.59	"
° 145	30		37.79	石 灰 藻
148	30	62.08	37.65	Porites
150	40+	61.42	36.79	砂 岩 狀

調 査 岩 石 番 號	高 サ (米)	CaCO ₃ / 百 分 率	MgCO ₃ / 百 分 率	備 考
153	40+	58.08	40.95	珊 瑚 ?
156	40+	60.28	38.79	砂 岩 狀
157	40+	60.71	38.65	緻 密 (coral?)
160	40+	58.50	39.10	Porites
164		63.31	35.58	砂 岩 狀
166		57.58	41.27	Halimeda
° 167	40+		36.76	砂 岩 狀
170	40+	59.57	39.30	"
173	1	90.29	9.28	緻 密
° 175	10~15		8.39	Acropora ?
176	20~25	57.76	40.95	緻 密
178	30	59.28	38.46	緻密砂岩狀
180	30	59.42	38.52	"
182	1	83.33	15.92	緻 密 (淡赤色)
183	7~10	86.09	13.32	緻密砂岩狀
° 185	20		39.59	Porites
187	45	59.42	39.57	"
190	40+	58.18	40.70	"
193	45+	90.20	8.92	砂 岩 狀
° 198	25		29.19	Porites
° 201	15		37.56	砂 岩 狀
° 204	1		36.77	緻密砂岩狀
205	5~7	59.34	39.38	Porites
° 206			37.43	
° 208	20		38.46	砂 岩 狀
° 210	20		38.46	緻密砂岩狀
° 211	50		39.21	Porites
212	50+	60.05	38.91	緻密砂岩狀
213	50+	59.04	39.72	"
216	50	65.70	33.26	砂 岩 狀

調 査 岩 石 番 號	高 サ (米)	CaCO ₃ / 百 分 率	MgCO ₃ / 百 分 率	備 考
° 217	50		3.24	緻密砂岩狀
° 218	50		7.28	"
220	45	60.04	36.91	Halimeda
223	35	68.08	30.43	緻密砂岩狀
225	35	59.01	39.45	"
227	35	57.43	41.72	"
230	25	58.98	39.66	"
232	30+	59.74	39.48	Porites
235	35+	60.83	38.18	緻密砂岩狀
238	35	66.14	32.92	"
° 243	1		28.96	"
° 244	7		12.71	緻 密
° 249	15~25		36.64	Porites
251	27	58.07	40.34	緻 密
254		59.08	39.46	緻密狀砂岩
257	45	60.66	37.52	砂岩狀(黃色)
262	42	62.40	35.68	" (")
263	35	62.50	36.18	砂 岩 狀
° 268	40+		34.82	Halimeda
° 269	40+		14.24	"
274	20	60.19	38.43	緻密砂岩狀
278	40	59.70	38.62	Halimeda
279	40	56.88	40.96	"
° 284	35		18.81	緻密砂岩狀
° 286	35		12.11	"
287	30	60.49	37.35	珊 瑚
289			38.26	Porites
290	35	68.63	29.88	緻 密
° 292			37.94	Porites
293	40	58.99	40.42	"

調 査 岩 石 番 號	高 さ (米)	CaCO ₃ / 百 分 率	MgCO ₃ / 百 分 率	備 考
° 295	1		39.06	Porites
297	5~7	59.35	39.62	珊 瑚
° 300	25		36.72	Porites
301	35	60.86	37.43	緻密砂岩狀
302	30	58.15	40.52	"
° 305	40+		30.43	"
° 312	40+		37.94	珊 瑚
° 317	35		35.73	Porites ?
° 319	35+		37.31	珊 瑚
° 322	30		36.34	緻密砂岩狀
324	1	72.51	27.11	緻 密
° 328	5~7		37.67	"
° 333	25		37.43	Porites
334	1	61.27	37.95	緻密砂岩狀
337	5~7		33.43	Porites
° 338	5~7		35.34	緻 密
° 340			34.97	Porites
° 344	30		37.45	"
345	30	58.85	40.18	"
347	35	59.67	38.72	軟質砂岩狀
351	7~10	60.79	38.85	Porites
° 355	20~25		9.24	"
° 359	30		15.23	"
361	40	59.08	39.45	緻密砂岩狀
363	38	54.13	38.66	"
364	35	56.13	39.17	砂 岩
368	30	57.97	40.98	緻密砂岩狀
° 370	20		38.34	砂 岩
373	30	58.21	40.55	
378	30	59.96	38.95	Porites

調 査 岩 石 番 號	高 サ (米)	CaCO ₃ ノ 百 分 率	MgCO ₃ ノ 百 分 率	備 考
380	30+	64.09	35.08	砂 岩 狀
382	30	59.15	38.78	Porites
386	40	62.10	34.86	緻 密
° 389	40		38.16	"
° 390	40		37.49	緻密砂岩狀
391	30	59.84	38.67	"
396	20	59.26	36.78	粗粒砂岩狀
398	30		36.49	Porites
402	30+		37.70	緻密砂岩狀
407	20~25		39.88	"
° 409	2		34.28	"
° 410	2		36.16	珊 瑚 ?
° 411	5~7		37.10	緻 密
° 413	5~7		38.19	Porites
° 414	2		37.70	"
° 416	2		36.19	緻密砂岩狀
° 417	10~15		38.97	"
° 418	10~15		40.08	Porites
° 421	20~25		38.03	"
° 423	20~25		41.24	"
° 429	25		37.58	緻密砂岩狀
431	20	58.18	39.87	"
434	35	60.33	38.67	"
° 438	20		37.37	Porites
° 447	20		33.55	緻密砂岩狀 (淡赤色)
448	30	60.12	38.22	"
454	40	60.96	37.55	砂 岩 狀
457	40	58.81	39.72	緻密砂岩狀
460	10	57.71	40.83	"
464	40+	61.09	36.42	"

調 査 岩 石 番 號	高 步 (米)	CaCO ₃ / 百 分 率	MgCO ₃ / 百 分 率	備 考
465	40+	64.05	34.46	緻密砂岩狀
467	40	56.94	41.06	"
470	40	66.73	31.86	"
475	40+	62.08	35.12	"
481	40+	77.69	20.32	Halimeda
484	40+	63.35	35.18	緻密砂岩狀
490	30~35	58.71	39.78	"
493	32	59.80	39.35	"
495	30~35	59.36	40.21	Porites
499	30	60.33	37.21	珊 瑚
503	28	58.29	40.43	粗粒砂岩狀(軟質)
508	30	61.49	36.53	珊 瑚
512	15~20	60.33	38.21	緻密砂岩狀
515	25	59.45	39.02	Porites
519	25	59.53	38.91	砂 岩 狀
523	28	60.99	37.93	緻 密
529	35	60.12	38.07	緻密砂岩狀
531	35	59.14	38.34	緻 密
533	40+	57.25	40.96	Halimeda
536	40+	67.03	30.05	"
537	50+	60.93	37.08	砂 岩 狀
540	40+	59.99	37.78	Halimeda
543	40+	77.01	40.47	緻密砂岩狀
545	40+	60.43	37.86	Halimeda
547	35	62.53	35.24	"
551	35	58.19	40.72	"
557	32	59.82	39.07	緻密砂岩狀
560	35	59.89	38.68	Porites
567	20	59.03	39.48	" ?
571	8~10	61.72	36.79	緻 密

調 査 岩 石 番 號	高 サ (米)	CaCO ₃ / 百 分 率	MgCO ₃ / 百 分 率	備 考
575	3~4	59.21	39.75	Porites ?
577	1	58.31	40.53	Porites
578	25	56.30	42.38	緻 密
582	20	58.02	40.78	Porites
586	15~20	83.88	15.83	緻 密
590	5~10	62.01	36.78	Porites ?
592	1	59.26	39.81	緻密砂岩狀
593	25	59.96	37.82	"
597	40	57.86	41.01	Halimeda
600	40+	60.99	38.11	緻密砂岩狀
602	35~40	59.19	39.68	Porites
604	5~7	59.25	39.37	珊 瑚
606	15	58.22	41.01	Acropora
610	20	58.10	40.78	珊 瑚
613	10	59.94	39.23	緻密砂岩狀
619	5	58.39	41.12	Porites
625	2	59.94	36.52	軟質砂岩狀
631	5	58.35	39.41	"
637	40+	70.47	27.55	砂 岩 狀
641	40+	59.62	39.52	"
644	40+	72.64	25.87	"
648	3	57.76	41.07	珊 瑚
654	50	60.54	38.17	粗粒砂岩狀
658	10	61.82	37.87	砂 岩 狀
664	5	56.32	40.99	"
670	5	58.90	39.88	"
674	5	37.97	41.48	"
678	5	59.85	38.47	緻密砂岩狀
684	5~10	58.08	40.69	"
688	5	59.47	39.52	Porites

調査岩石 番 號	高 サ (米)	CaCO ₃ ノ 百 分 率	MgCO ₃ ノ 百 分 率	備 考
694	5	58.31	40.47	緻密砂岩狀
700	15	58.84	39.91	珊 瑚
706	12	57.91	40.75	緻密砂岩狀
712	10	63.32	35.69	"
719	5	60.34	37.68	Porites
724	40+	60.97	36.88	緻 密
729	25	58.53	39.25	珊 瑚
733	40+	56.33	41.32	Porites
741	60	60.66	38.38	緻密砂岩狀
743	60	79.00	19.87	砂 岩 狀
744	40	61.61	37.08	緻密砂岩狀
750	50+	59.14	39.37	"
754	50	57.20	40.78	"
760	45	58.29	40.42	Porites
765	5~7	62.46	36.15	"
768	5~7	60.08	37.95	
769	10~15	61.45	37.75	Porites
771	20	59.93	38.24	緻 密
773	25	59.59	39.41	Porites

○ フ附シテアルモノハ朝鮮總督府中央試験所元技師石倉昇氏ノ分析ニカ、ル。

第三表

表面岩石分析表

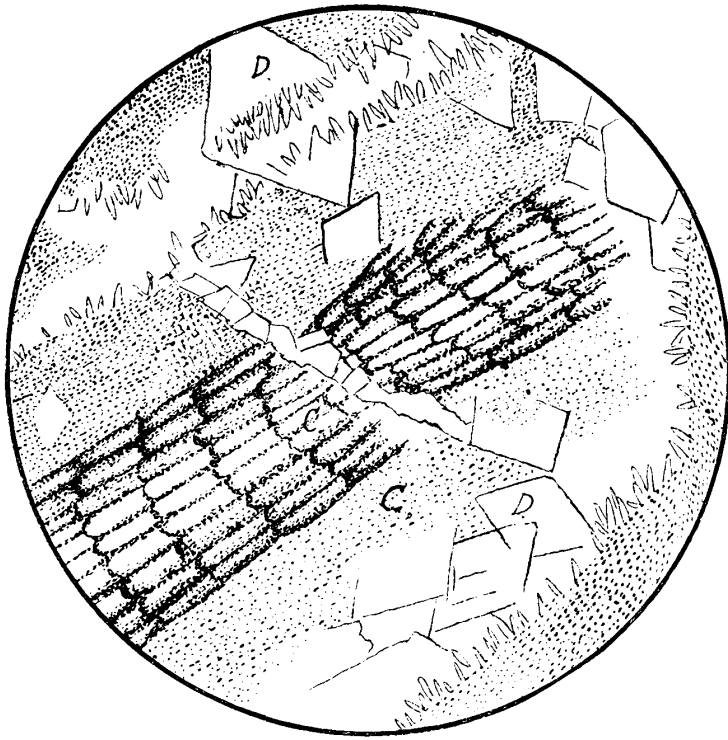
(青木教授採集岩石)

調査岩石 番 號	MgCO ₃ / 百 分 率
1	37.04
2	8.24
3	17.47
5	34.59
6	26.88
7	37.32
9	36.65
10	18.17
11	3.40
12	36.90
14	37.72
15	37.19
16	38.47
17	36.12
18	35.74
19	37.86
20	38.01
21	43.32
22	38.47
23	38.62
24	36.50
25	39.03
26	37.57
27	37.46
28	31.92
29	27.07
30	37.80
31	1.76
32	38.07
33	37.80

調査岩石 番 號	MgCO ₃ / 百 分 率
34	37.40
35	37.53
36	30.72
37	35.76
38	33.18
39	34.34
40	32.24
41	9.53
42	7.92
43	36.92
44	31.86
45	36.28
46	33.45
47	36.71
49	35.91
50	37.13
51	37.02
51'	38.22
52	35.60
35	0.88
55	37.86
56	35.13
57	41.83

分析ハ朝鮮總督府中央試験所

元技師石倉昇氏ニ依ル

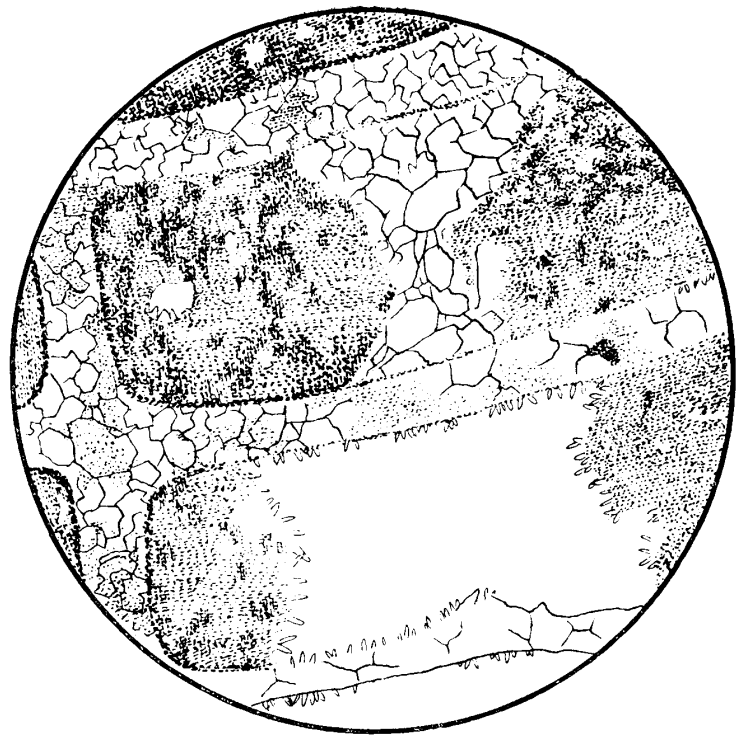


第 5 圖

No. 764, 深サ: 160.58 米, × 190

C...方解石, D...白雲石.

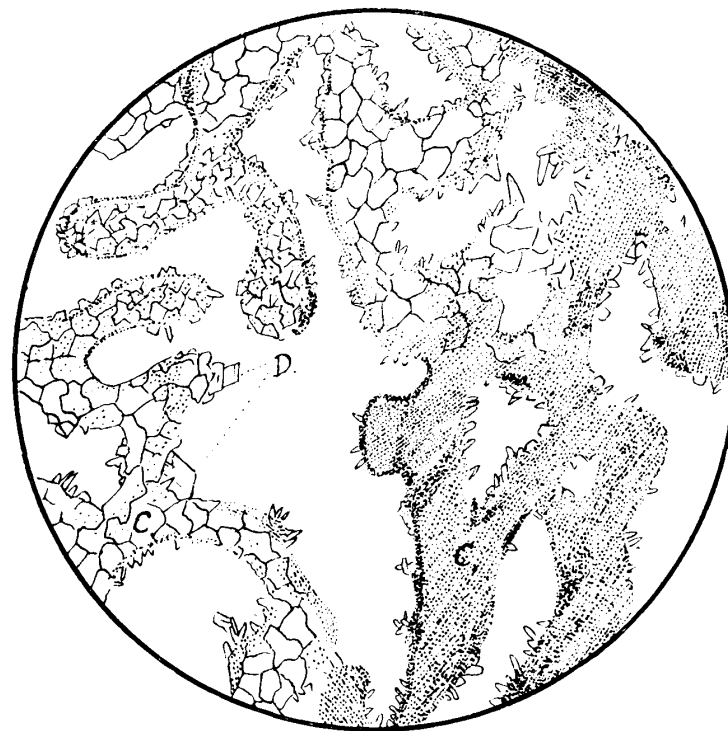
Hypothallium の中央部は着色不充分で白雲石へ移る途中の状態を示す如く思はれる。上方白雲石の菱形結晶上に横はる針状の小結晶片は其の儘白雲石に變化して居る。



第 7 圖

No. 834, 深サ: 196.90 米, × 60

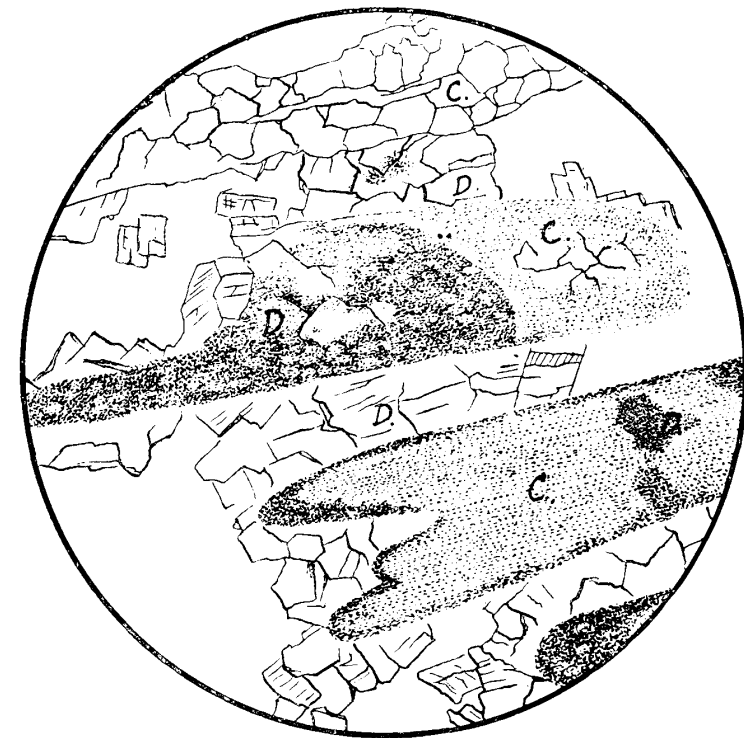
全部方解石より成る。下方の孔隙中には、方解石の針状小結晶が突出してゐる。



第 8 圖

No. 799, 深サ: 176.78 米, × 95

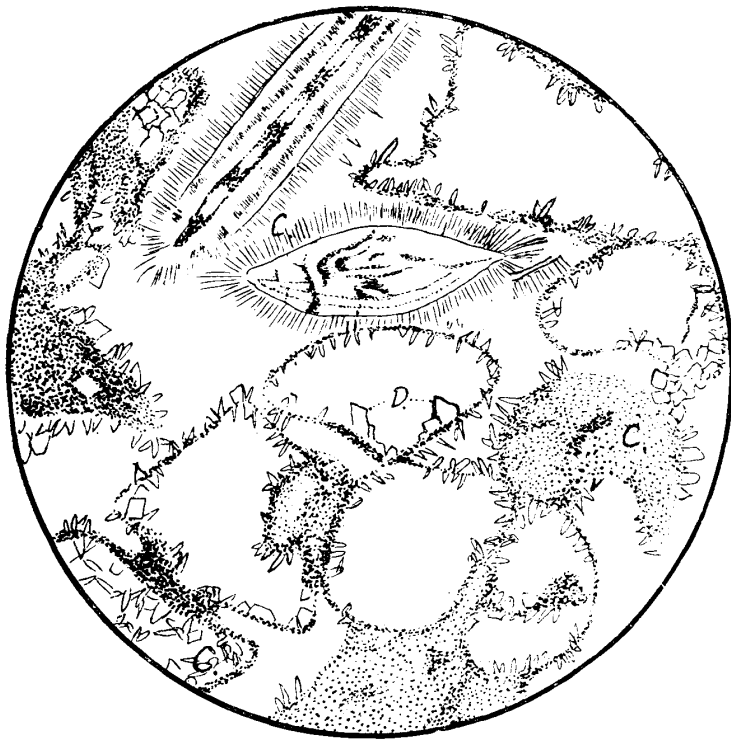
中央孔隙中には既に白雲石の菱形結晶が沈澱されて居るが、方解石の針状小結晶も見られる。



第 9 圖

No. 678, 深サ: 120.5 米, × 95

泥滓状を呈せる生物體が白雲石に變化しつつある状態、中央生物體の石方は幾分透明で方解石より成るが左方は不透明で白雲石に變化して居る。此の不透明な白雲石の部分には不透明な班點が存在するが、其の中右方の方解石と接する附近のものは黄色に着色して居る。下方の生物體に於ても、同様不透明な部分のみが白雲石である。孔隙中には透明な白雲石の結晶が見られる。



第 10 圖

No. 786, 深サ: 173.28 米, × 95

生物體は溶解作用に遭遇し、辛うじて其の周縁を留むるに過ぎない。之から方解石の針狀小結晶が略々垂直に突出するのが見られ、中央の孔隙中には、海水より直接沈澱せる透明な白雲石の菱形結晶が既に生じて居る。有孔蟲の周邊には纖維狀の方解石が形成されて居る。



第 11 圖

No. 776, 深サ: 167.7 米, × 190

下方には白雲石の纖維狀構造が見られる。中央部を占める白雲石の上には方解石の針狀小結晶が附着するが、一部は其の儘白雲石に變化して居る。



第 12 圖

No. 714, 深サ: 134.86 米, × 95

右方の粒狀構造は半透明な白雲石に依り形成され、之が生物組織に侵入する様子は下部に於て觀察される。上方の方解石(生物體)中には白雲石の菱形結晶が出現して居る。

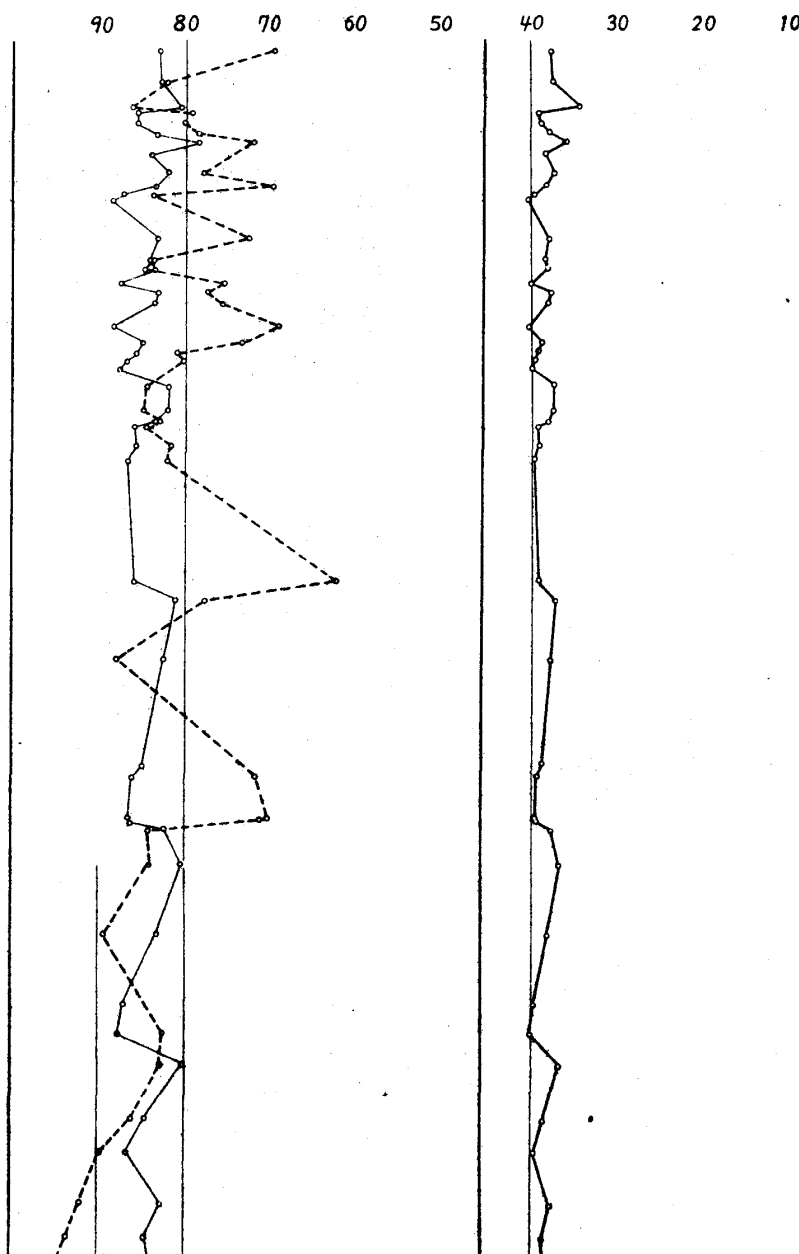
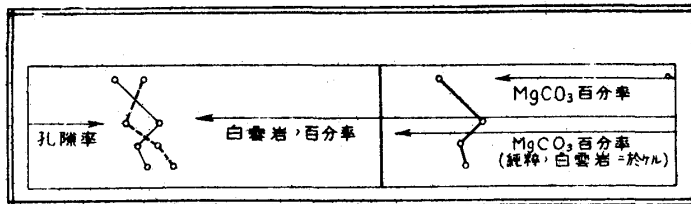


第 13 圖

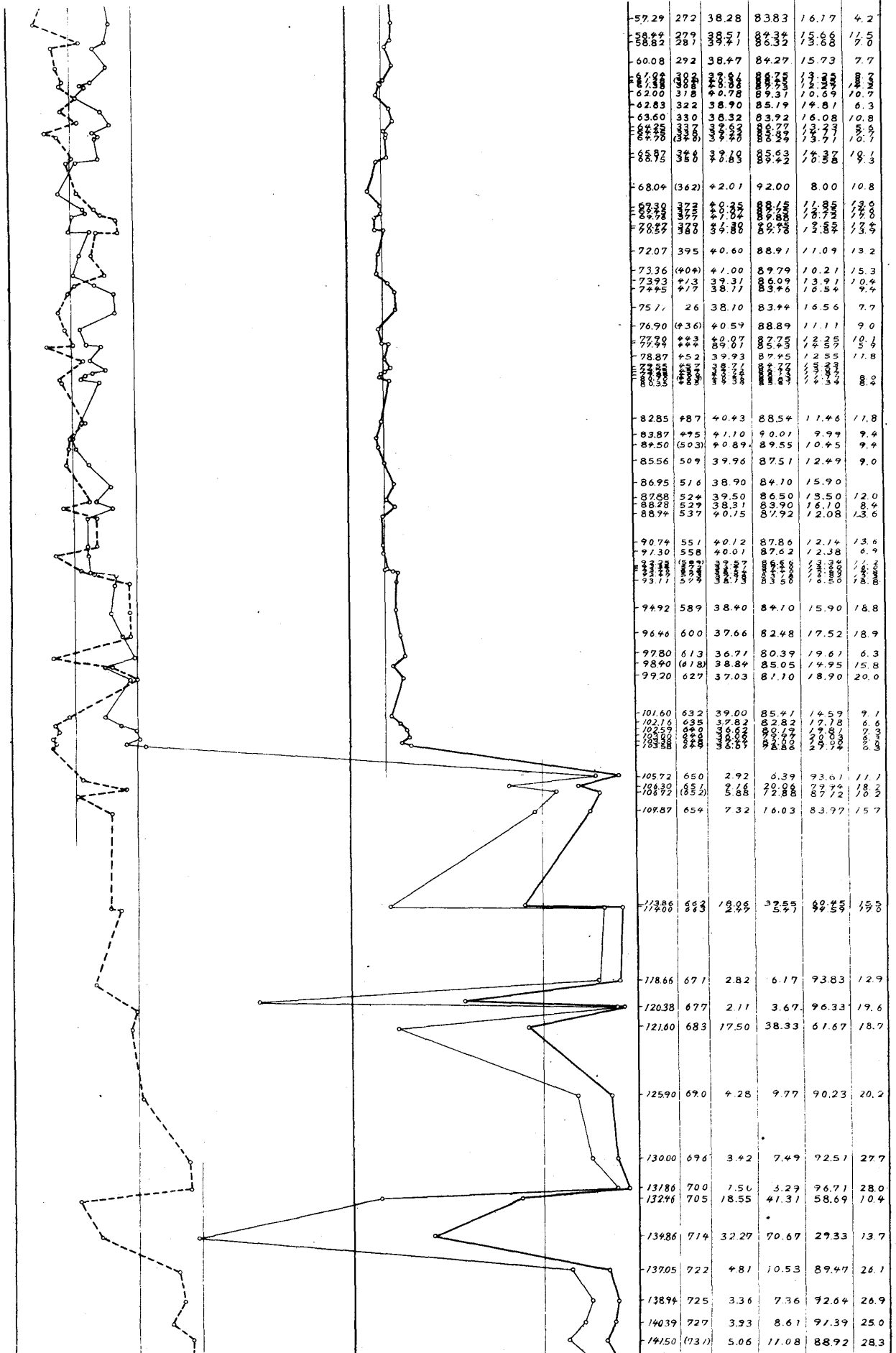
No. 764, 深サ: 160.58 米, × 95

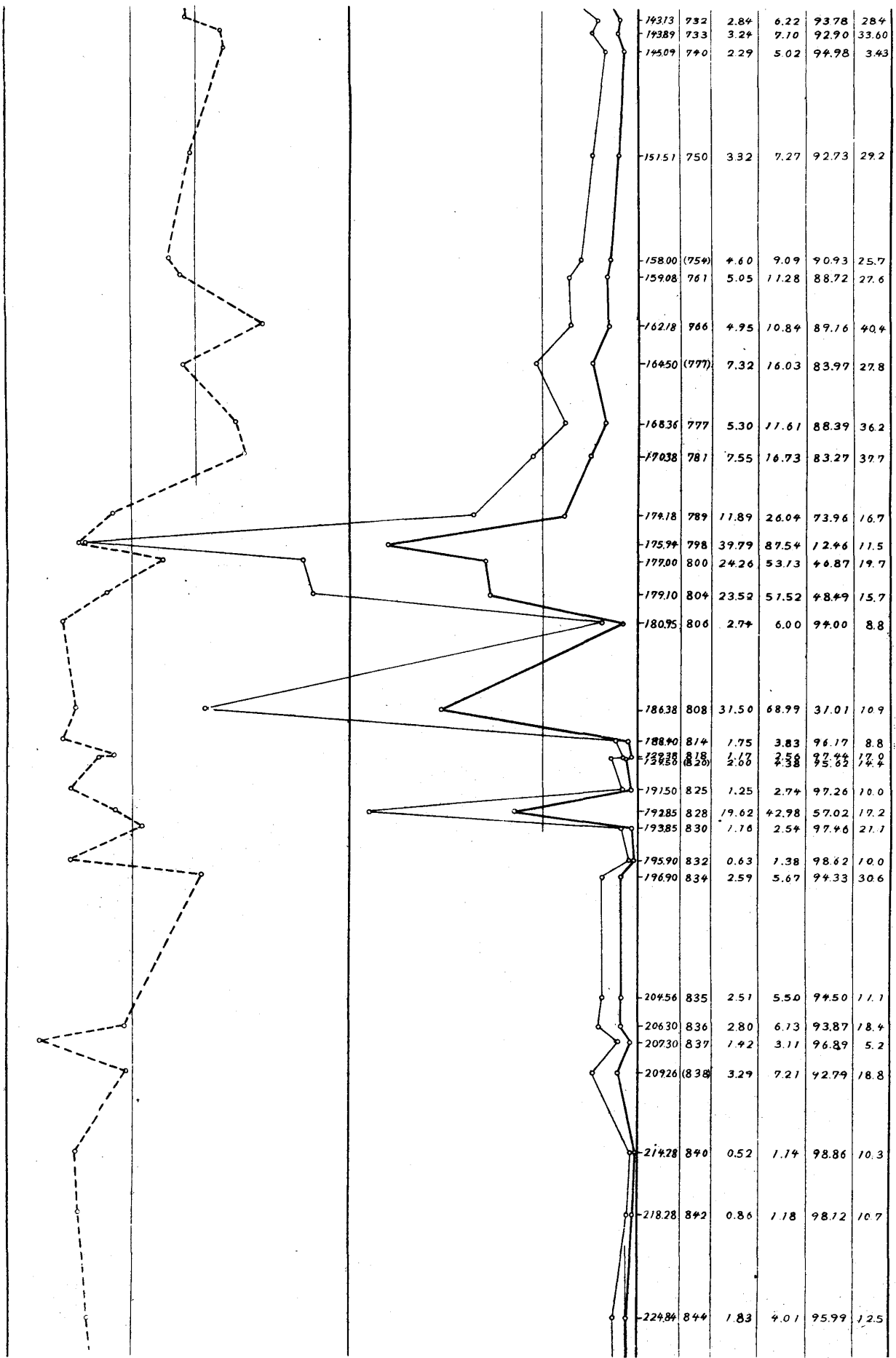
生物體内には白雲石の菱形結晶が現はれて居る。右下方及び右上方に見られる菱形の結晶は透明で前者とは區別され、海水より直接沈澱せるものと思はれる。

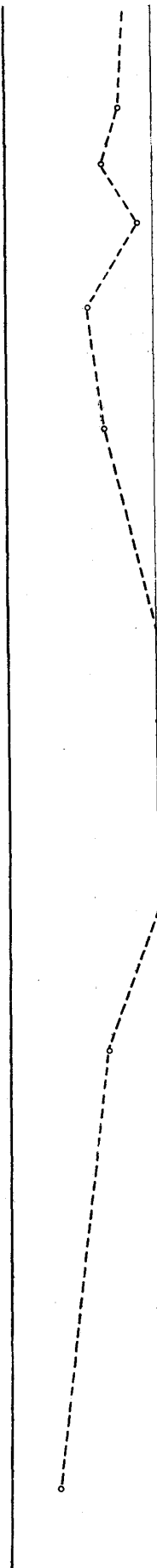
北大東島試錐岩芯 分析表



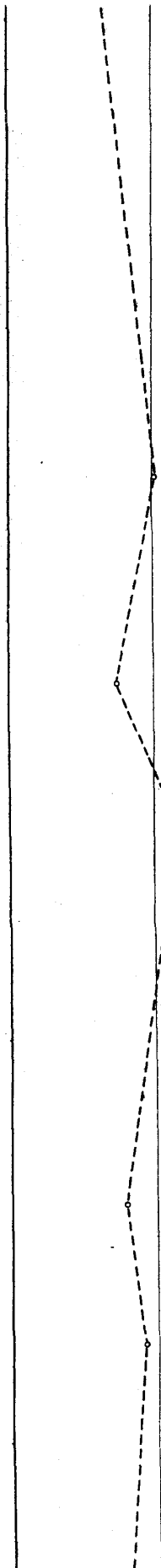
深サ	岩 番 号	MgCO ₃ %	白雲岩% (Mg CaCO ₃)	造礁石灰 石灰%	孔隙率
0.70	2	37.84	82.87	17.13	30.3
2.10	4	37.72	82.62	17.38	17.8
3.35	6	37.84	82.87	17.13	13.7
4.45	10	37.84	82.87	17.13	20.8
5.45	15	37.84	82.87	17.13	27.3
6.30	27	37.46	82.04	17.96	22.0
7.58	32	38.20	81.52	16.46	29.0
9.33	54	38.06	83.35	16.65	27.2
10.28	64	38.47	81.42	15.75	16.0
10.73	69	38.24	81.86	16.14	15.3
11.40	(70)	40.03	79.07	12.33	24.3
11.79	74	37.29	82.71	16.83	22.3
12.29	78	38.30	81.68	16.72	24.0
13.38	83	40.43	81.54	11.46	30.6
14.12	85	38.11	81.89	14.81	24.1
14.45	88	38.24	81.76	14.09	18.9
14.79	(89)	40.03	79.07	12.33	24.3
15.30	96	40.04	79.06	12.33	11.8
16.04	101	37.50	82.26	17.74	15.4
17.18	108	37.67	82.37	17.63	15.0
17.73	113	38.30	81.70	16.08	16.7
17.82	(121)	39.25	85.96	14.04	18.1
19.53	127	39.72	86.99	13.01	17.4
25.04	138	39.28	86.02	13.98	37.3
26.00	142	37.08	81.21	18.79	22.0
28.72	154	37.82	82.63	17.17	11.9
33.42	(160)	35.85	85.08	14.92	28.2
34.08	(163)	39.31	86.09	13.91	28.2
35.82	(168)	37.50	82.50	13.42	22.3
36.57	172	37.70	82.30	17.42	15.7
38.15	179	36.75	80.48	19.52	15.7
41.36	190	38.03	83.29	16.71	10.5
44.45	203	39.84	87.25	12.75	
45.80	(213)	40.10	87.82	12.18	17.4
47.24	225	36.72	80.42	19.58	17.1
49.72	240	38.62	84.38	15.42	13.9
51.24	(250)	39.61	86.73	13.25	10.1
53.62	254	37.86	82.91	17.09	7.7
55.20	(266)	38.62	84.58	15.42	6.3







31766	872	1.38	3.04	96.96	15.5
32069	874	1.32	2.89	97.11	13.3
32392	877	2.54	5.54	94.46	18.1
32847	880	0.49	1.07	98.93	11.1
33504		1.65	3.05	96.95	13.6
35520	883	2.40	5.26	94.74	25.8
36880	887	1.23	2.69	97.31	13.3
39248		1.39	3.04	96.96	6.7



• • -252.96	849	1.16	2.54	97.46	20.3
• • -264.19	856	1.35	3.96	96.04	14.8
• • -271.70	861	2.18	4.77	95.23	28.0
• • -292.45	864	0.99	2.17	97.83	15.5
• • -293.23	865	0.66	1.45	98.55	3.0
• • -300.02	867	0.99	2.17	97.83	18.2
• • -304.30	871	1.21	2.65	97.35	8.5

00 43167

0.94

2.06

97.94

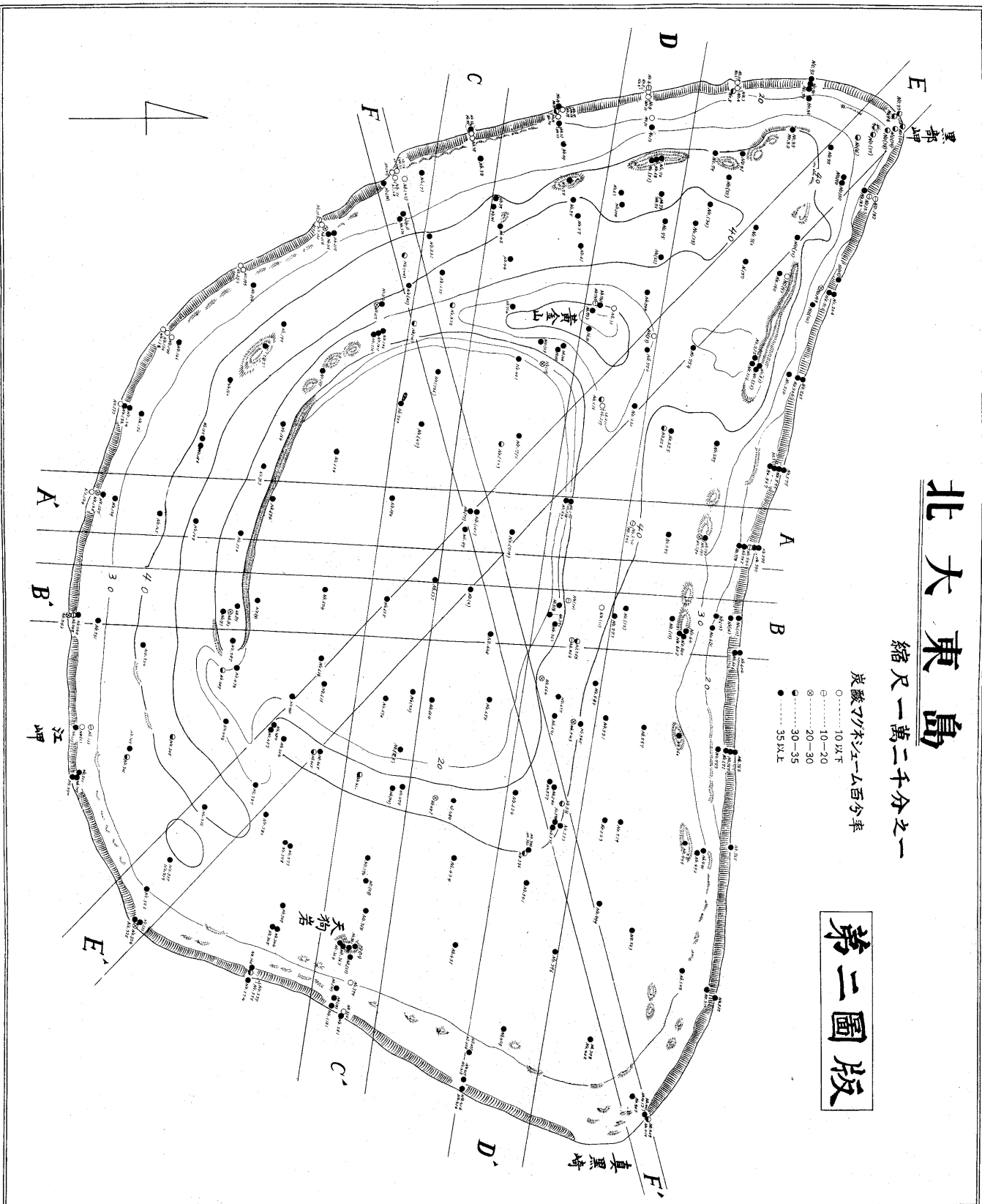
北大東島

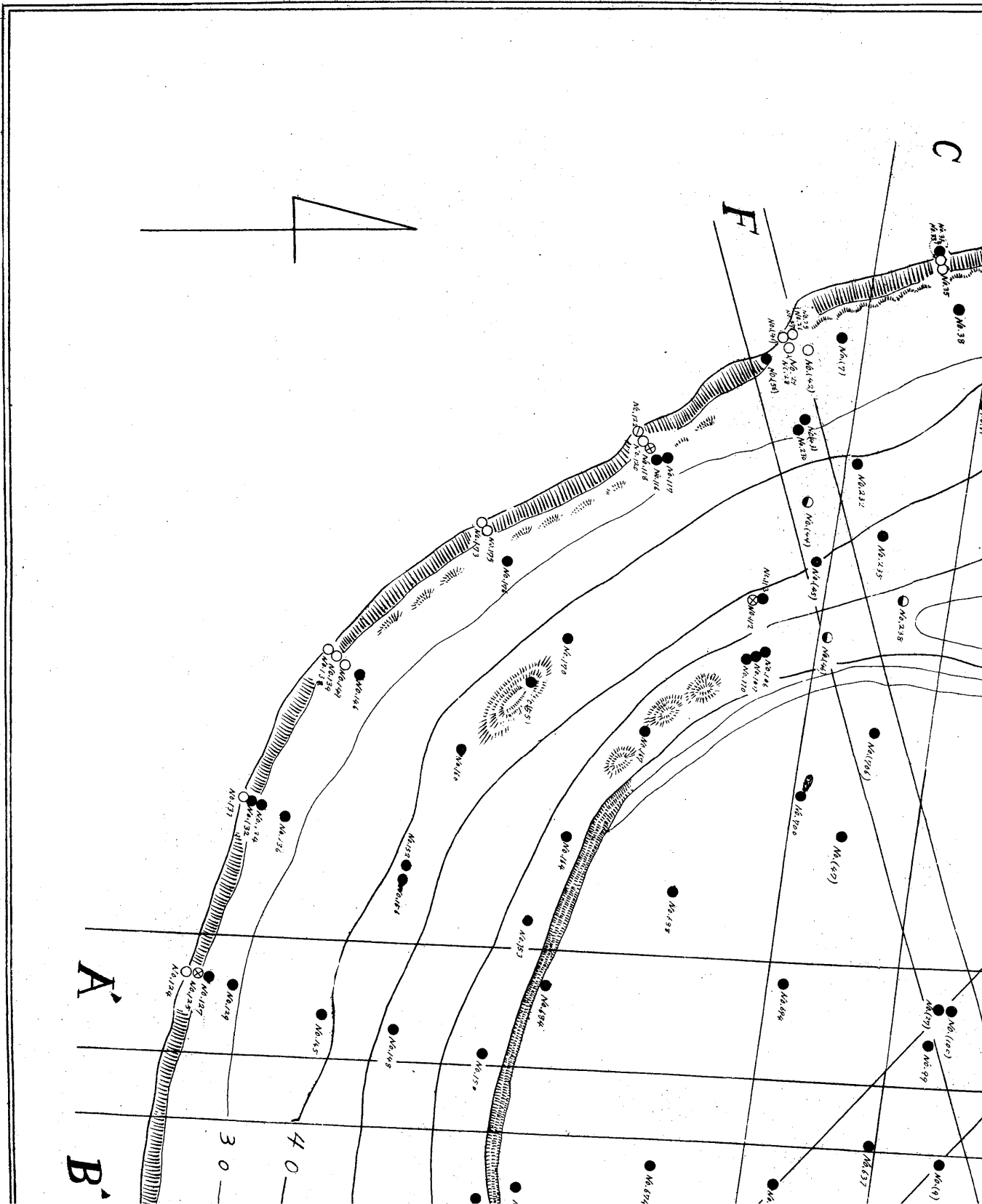
縮尺一萬二千分之一

炭酸ナトリウム百分率

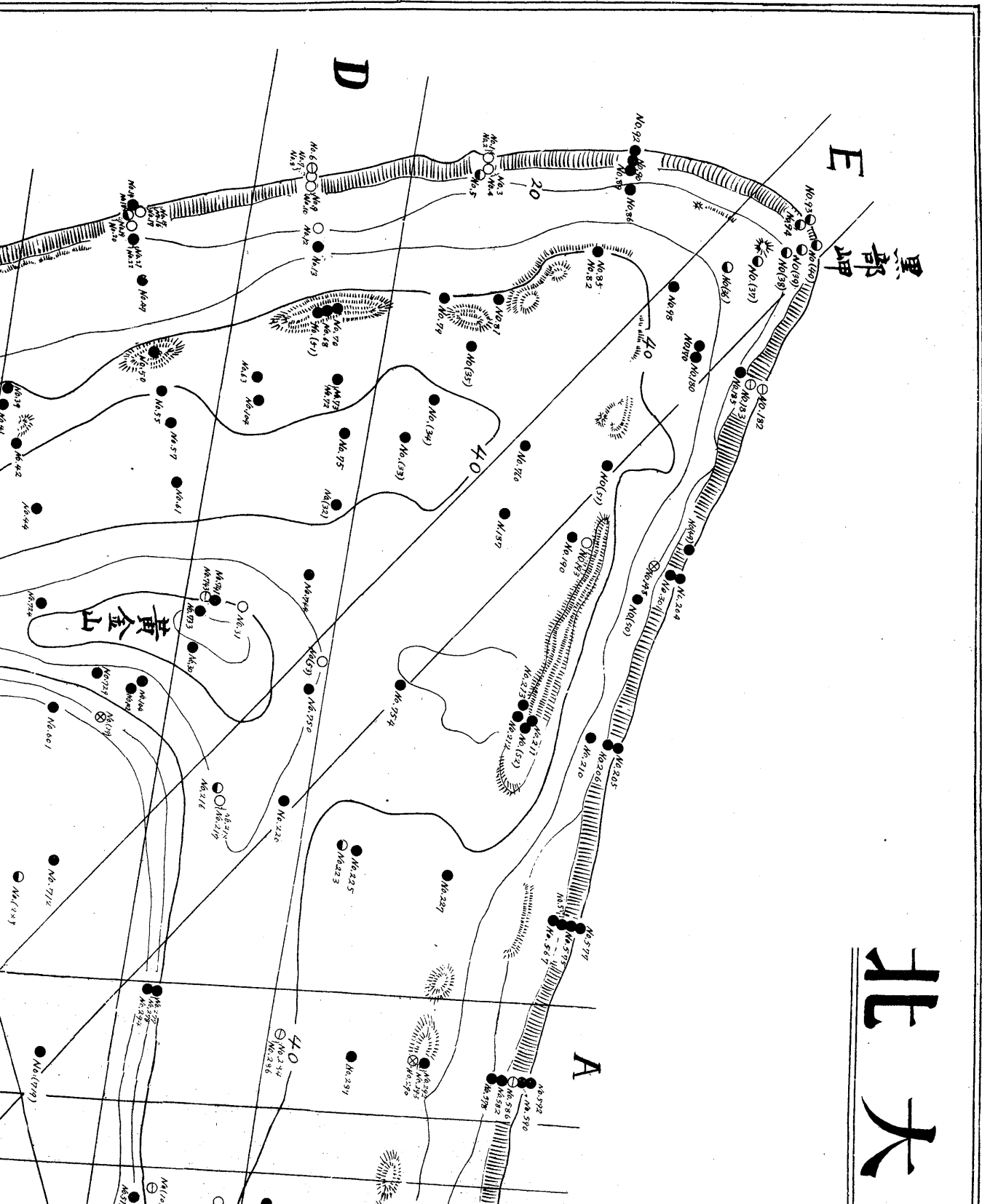
- 10以下
- ① 10-20
- ② 20-30
- 30-35
- 35以上

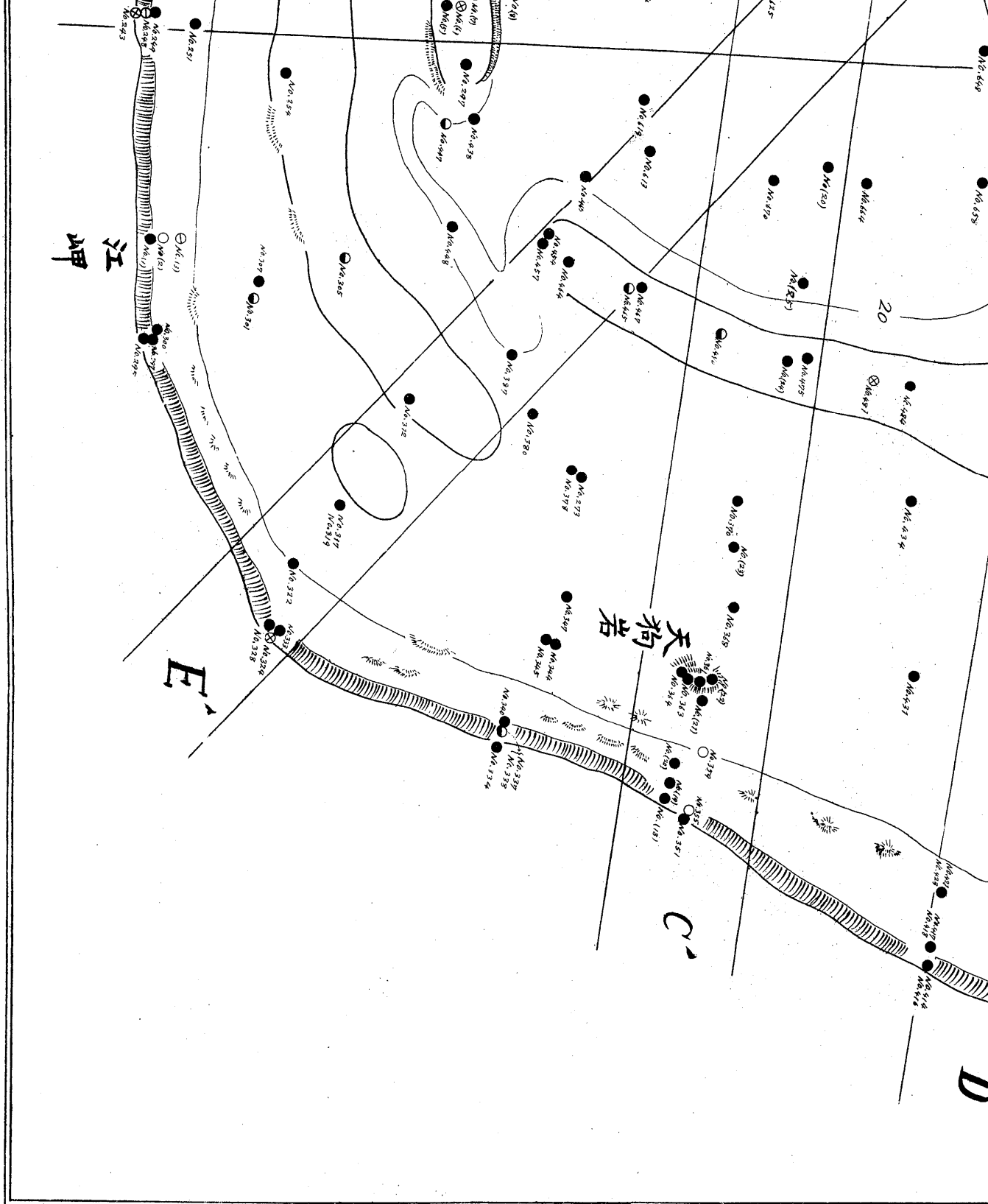
第二圖版





里部





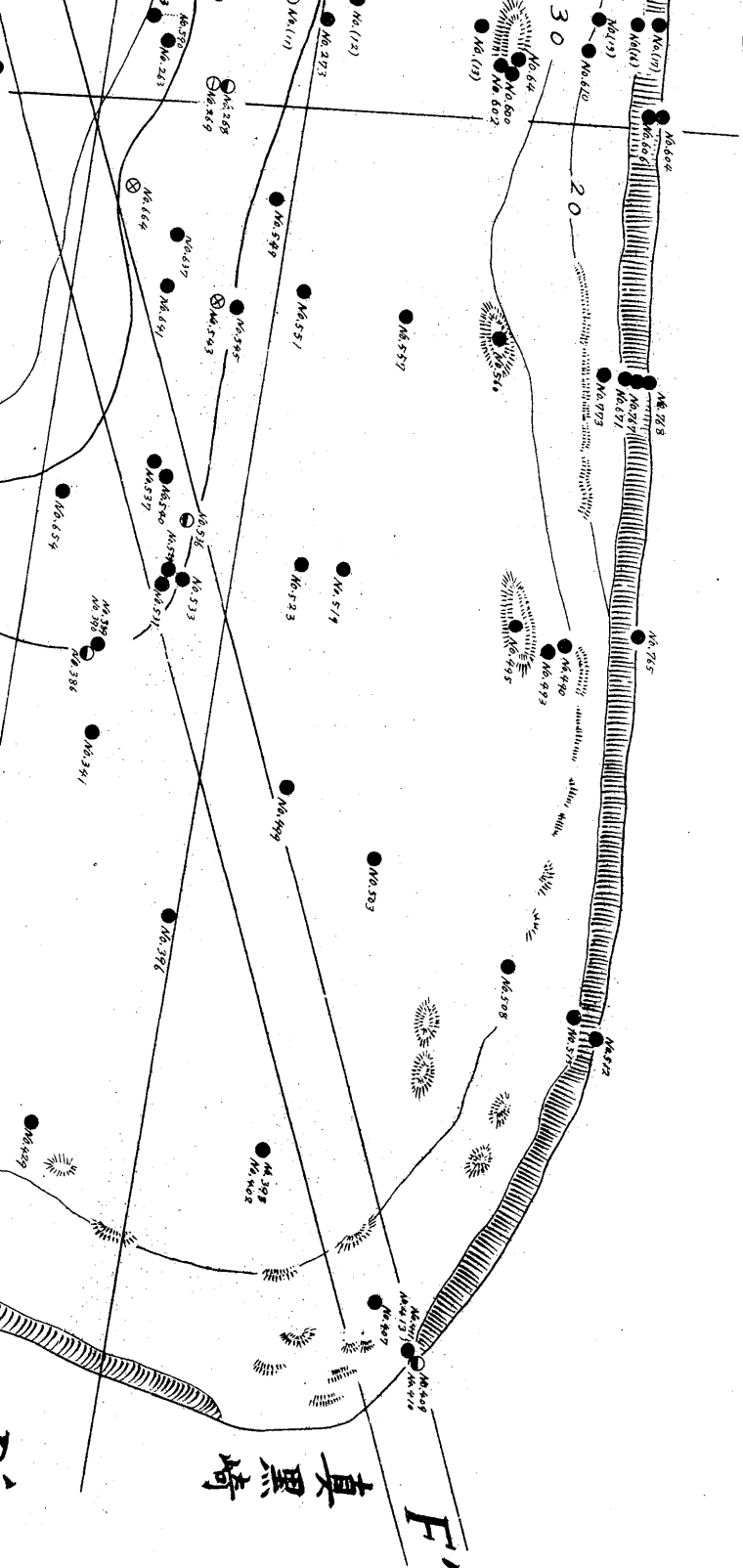
東 島

縮 尺 一 萬 二 千 分 之 一

炭 酸 フ グ リ セ ー ム 百 分 率

- ----- 10 以 下
- ⊖ ----- 10 — 20
- ⊗ ----- 20 — 30
- ----- 30 — 35
- ----- 35 以 上

第 二 圖 版



北大東島断面圖

縮尺四萬八千分之一、高距廿四倍。

